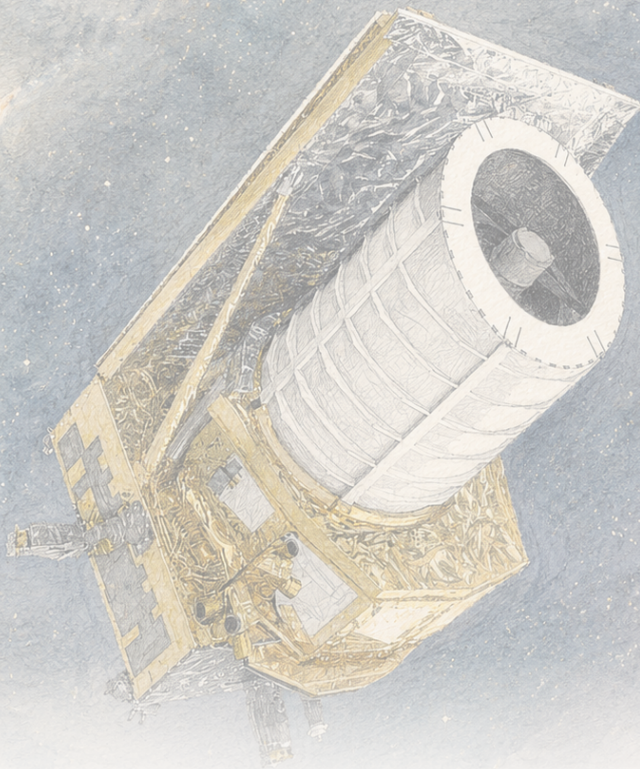




The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Euclid mai mult decât dublează micul eșantion de quasari de dincolo de redshift 7

În primul an și jumătate al Euclid Wide Survey, o căutare pe aproximativ 3000 de grade pătrate a găsit 31 de quasari noi între redshift 6,6 și 7,8. Doisprezece sunt la redshift 7 sau mai sus, mai mult decât dublând puținii quasari cunoscuți acolo înainte de Euclid, iar unul la redshift 7,77 este acum cel mai îndepărtat quasar înregistrat. Avansul real nu este acel record singular, care doar împinge puțin o frontieră aflată de ani întregi aproape de redshift 7,5: este puterea survey-ului de a găsi în masă aceste obiecte rare, în mare parte slabe, ceea ce le face utile ca sonde ale Universului tânăr. Este un rezultat inițial, cu analiza statistică completă și o mare parte din confirmarea spectroscopică încă de venit.

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

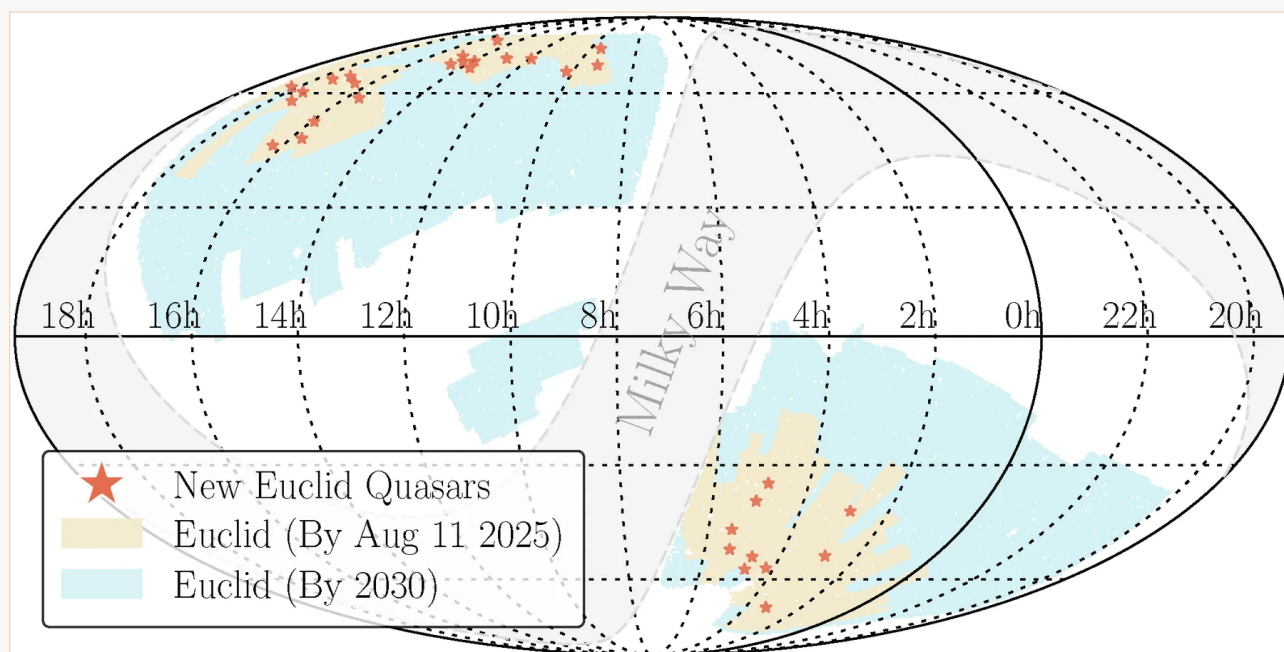
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Un program conceput pentru obiecte rare tocmai a găsit zeci dintre ele

Un quasar este o gaură neagră supermasivă surprinsă în timp ce se hrănește, strălucind atât de puternic când înghite gaz încât poate depăși în luminozitate întreaga galaxie gazdă. Fiind printre cele mai luminoase surse stabile din Univers, quasarii funcționează ca faruri: găsește unul suficient de departe și lumina lui devine o lampă ținută în spatele miliardelor de ani de spațiu interpus.

Quasarii cei mai îndepărtați, cei a căror lumină a pornit când Universul avea mai puțin de un miliard de ani, sunt și cei mai rari. Înainte ca telescopul spațial Euclid să înceapă programul principal de cartografiere, doar aproximativ nouă quasari fuseseră confirmați dincolo de redshift 7, într-un bilanț acumulat încet de la prima astfel de descoperire, în 2011.

Într-o nouă lucrare din *Astronomy & Astrophysics*, colaborarea Euclid raportează 31 de quasari noi între redshift 6,6 și 7,8, găsiți doar în primul an și jumătate al programului. Doisprezece dintre ei se află la redshift 7 sau mai mare. Această primă etapă a mai mult decât dublat populația cunoscută la asemenea deplasări spre roșu. Rezultatul arată mai ales puterea programului de cartografiere, iar aici merită precizat ce înseamnă și ce nu înseamnă.



Zona Euclid Wide Survey acoperită până acum (bej), comparată cu suprafața completă planificată până în 2030 (cyan), cu cei 31 de quasari cu redshift mare nou descoperiți marcați cu roșu. Ei provin doar din prima parte a unui program conceput să cartografieze în final circa 14.000 de grade pătrate — o imagine directă a avantajului oferit de suprafața mare observată.

Euclid a marit vizibil micul esantion $z \geq 7$

Punctul nu este 'primii quasari'; este un recensamant la redshift mare care devine mai puțin rar.



Limita: un recensamant mai mare al quasrilor rari la redshift mare, nu o afirmație despre primele obiecte din Univers.

Înainte de Euclid, erau cunoscuți aproximativ nouă quasari dincolo de redshift 7 (2011–2024). Prima etapă Euclid a adăugat încă doisprezece: o dublare foarte concretă, chiar dacă esantionul rămâne mic.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

De ce merită efortul quasarii atât de îndepărtați

Redshiftul măsoară cât de mult a întins expansiunea Universului lumina unei surse pe drumul spre noi; redshift mai mare înseamnă lumină mai veche și un Univers mai timpuriu. La redshift 7, privim înapoi la mai puțin de un miliard de ani după Big Bang, spre sfârșitul epocii reionizării, când primele obiecte luminoase ardeau ceața de hidrogen neutru care umplea spațiul timpuriu.

Ce este un redshift și de ce funcționează simultan ca distanță și ceas

Dacă vocabularul este nou: un *redshift* este cât de mult a fost întinsă lumina unei surse spre lungimi de undă mai lungi și mai roșii până ajunge la noi. Două lucruri fac acel singur număr atât de util. Primul: lumina călătorește cu viteză fixă, deci orice este departe este văzut și cu mult timp în urmă; a privi adânc în spațiu înseamnă a privi înapoi în timp. Al doilea: fiindcă Universul s-a extins de-a lungul întregii călătorii a luminii, cu cât călătoria este mai lungă, cu atât lumina este mai întinsă. Așadar un redshift mai mare înseamnă lumină care a pornit mai devreme, de mai departe, când cosmosul era mai tânăr. Redshift 7 aici este lumină de la sub un miliard de ani după Big Bang: mult sub o zecime din vârsta actuală a Universului.

Quasarii din această epocă sunt utili din două motive separate. Primul: fiecare găzduiește deja o gaură

neagră de sute de milioane până la miliarde de mase solare. Să crești ceva atât de greu atât de devreme este dificil: sub limitele obișnuite ale vitezei cu care o gaură neagră poate acreta, doar „semințe” destul de masive au timp suficient să ajungă la aceste mase în cele câteva sute de milioane de ani disponibile. Așadar simpla existență și recensământul acestor obiecte constrâng felul în care s-au format și au crescut primele găuri negre supermasive. Al doilea: lumina unui quasar care trece prin mediul intergalactic din jur poartă amprenta cât de neutru era acel gaz, ceea ce face din fiecare quasar o sondă a reionizării însăși.

Problema este că sunt extraordinar de rari și greu de prins. La aceste redshifturi, cea mai puternică trăsătură a unui quasar, break-ul Lyman-alpha, este întinsă din optic în infraroșu apropiat, deci sunt necesare imagini profunde în infraroșu apropiat pe o suprafață mare pentru a-i găsi: aproximativ un quasar la o sută de grade pătrate până la luminozitatea relevantă. Adânc și larg în infraroșu apropiat, de la sol, este exact combinația care a fost prohibitiv de dificilă. Acesta este golul pe care Euclid a fost construit să îl închidă.

Ce a făcut de fapt Euclid

Euclid este un telescop spațial de 1,2 metri care desfășoară un program de șase ani, conceput să cartografieze circa 14.000 de grade pătrate de cer atât în lumină vizibilă, cât și în infraroșu apropiat. Poziția deasupra atmosferei îi permite să combine adâncimea observațiilor cu o suprafață mare, într-un mod greu de egalat de cartografierea în infraroșu de la sol. Lucrarea folosește date din aproximativ primul an și jumătate al programului: circa 3000 de grade pătrate observate între februarie 2024 și august 2025.

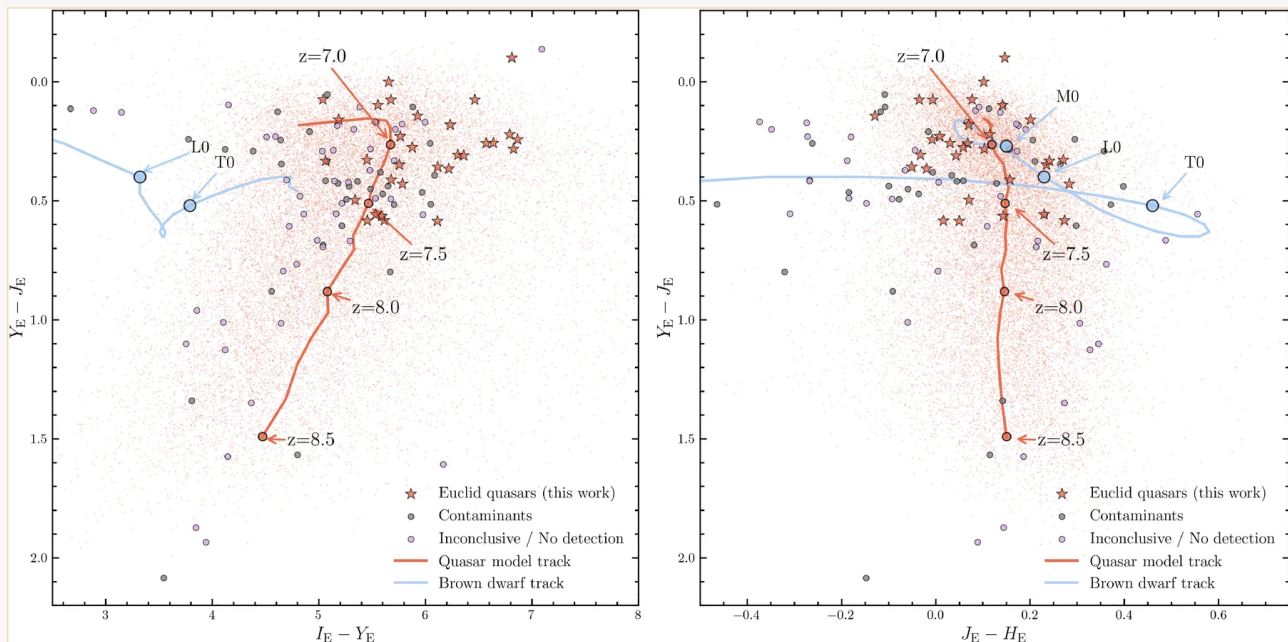


Sonda Euclid în camera curată înainte de lansare. Telescopul de 1,2 metri privește cerul prin partea de sus a cilindrului alb; de deasupra atmosferei, camera sa de infraroșu apropiat cu câmp larg atinge adâncimi pe o suprafață mare pe care căutările de la sol nu le pot egala.

ESA / NASA Science fair-use

Găsirea celor 31 de „ace în carul cu fân” nu a însemnat doar inspectarea imaginilor. Echipa a construit o metodă fotometrică proprie și a aplicat mai mulți clasificatori probabilistici și de **învățare automată** — un model de densitate cu deconvoluție extremă, un clasificator bazat pe gradient boosting și potriviri cu șabloane — pentru a estima, pentru fiecare sursă punctuală slabă, probabilitatea ca aceasta să fie un quasar cu redshift mare și nu unul dintre contaminanții mult mai numeroși, în special pitice brune reci ale căror culori pot imita un quasar îndepărtat. Candidații au fost comparați între metode, inspectați vizual și prioritizați pentru observații de confirmare. Imaginile Euclid selectează candidații; confirmarea vine din spectre obținute cu telescoape mari de la sol — printre care Magellan și Large Binocular Telescope — care separă lumina suficient de fin pentru a identifica ruptura Lyman-alpha și liniile de emisie caracteristice.

Confirmarea este încă în desfășurare. Observațiile spectroscopice ulterioare continuă și, după cum precizează lucrarea, nu sunt încă complete, mai ales pe cerul sudic. Dintre candidații observați ulterior care nu au intrat în grupul celor 31 de quasari confirmați, mulți s-au dovedit contaminanți — probabil în mare parte pitice brune —, unii au rămas neconcludenți, iar pentru alții nu a fost detectat un semnal. Cei 31 de quasari confirmați sunt rezultatul principal; evaluarea completă a ceea ce metoda de selecție detectează și ratează este lăsată pentru lucrări viitoare.



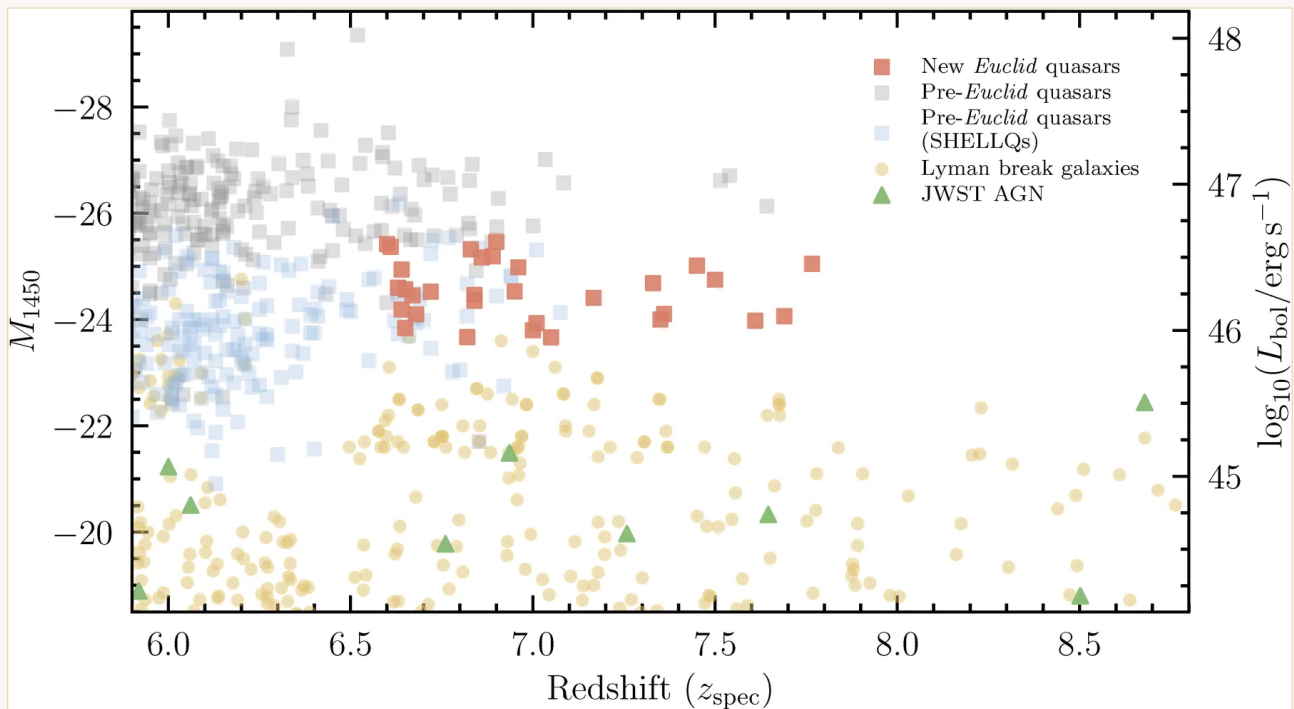
Diagramă culoare-culoare: cum distinge Euclid un quasar îndepărtat de o pitică brună apropiată. Fiecare axă arată diferența dintre luminozitatea unui obiect în două filtre Euclid, captând culoarea luminii lui mai degrabă decât cât de strălucitor este. Curba roșie trasează unde se estimează că se află quasarii de redshift mare (etichetele marchează redshift 7,0 până la 8,5); curba albastru-deschis trasează piticele brune reci – principalii impostori – etichetate după tip de la M0 la T0. Cei 31 de quasari noi (stele roșii) se aliniază de-a lungul traseului quasarelor; contaminanții confirmați (gri) și candidații inconcludenți sau nedetectați (violet) se îndepărtează de el. Acolo unde cele două trasee sunt apropiate, culoarea singură nu poate decide: de aceea fiecare quasar are încă nevoie de confirmare spectroscopică.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Recordul, pus în perspectivă

Unul dintre cei 31, catalogat EUCL J1729+6410, se află la redshift aproximativ 7,77 și este acum cel mai îndepărtat quasar cunoscut. Este un record real, și merită spus clar cât de mare este pasul. În două decenii de căutare dedicată, frontiera fusese împinsă până pe la redshift 7,5, cu deținătorul anterior imediat al recordului la aproximativ 7,64. Mutarea frontierei la 7,77 este un progres autentic, dar incremental: diferența este de circa 0,13 în redshift, echivalentă cu aproximativ cincisprezece milioane de ani de timp cosmic. Este un pas înainte, nu un salt.

Cifra mai importantă este cealaltă: dublarea eșantionului deasupra redshiftului 7 într-o singură etapă timpurie. Un deținător de record este un obiect, iar un obiect este un punct de date. O populație dublată și în creștere este ceea ce îți permite să faci statistică: să măsoari cât de comune erau aceste găuri negre, cât de luminoase, cât de grupate. Iar statistica este locul unde trăiește de fapt știința Universului timpuriu. Cei mai mulți dintre noii quasari sunt și relativ slabi, cu una până la două magnitudini mai slabi decât quasarii luminoși găsiți înainte de Euclid. Acel capăt slab este mai greu de atins și, pentru studiile de reionizare, mai valoros: quasarii mai slabi sapă bule ionizate mai mici în jurul lor, astfel încât lumina lor eșantionează mai mult din gazul încă neutru.



Unde cad noii quasari: luminozitate față de distanță cosmică. Axa orizontală este redshiftul: mai la dreapta înseamnă mai devreme în istoria cosmică. Axa verticală este luminozitatea ultravioletă intrinsecă a fiecărui quasar, etichetată M_{1450} pe grafic; după vechea convenție a magnitudinilor astronomice, ea merge invers, deci mai sus înseamnă mai luminos (scala din dreapta reformulează același lucru ca luminozitate totală, sau *bolometrică*). Citit așa, graficul este un recensământ. Quasarii luminoși cunoscuți anterior (gri) se îngrămădesc la redshifturi mai mici; un program mai profund, SHELLQs (albastru-deschis), ajunsese la obiecte mai slabe, dar nu mult mai departe înapoi în timp. Cei 31 de quasari Euclid noi (roșu) extind acea populație luminoasă până la cele mai mari redshifturi – cel mai din dreapta este deținătorul recordului la 7,77 – stând totodată cu aproximativ una până la două magnitudini mai slabi decât quasarii clasici strălucitori. Sub ei se află teritoriul atins doar de programe de cartografiere profunde și înguste: o mare de galaxii Lyman-break (galben) și micul număr de găuri negre în acreție foarte slabe pe care JWST le-a găsit (triunghiuri verzi). Contribuția Euclid apare ca un grup distinct: quasari relativ luminoși, foarte timpurii, pe o zonă largă, legând vechiul eșantion luminos de populația slabă pe care, deocamdată, doar instrumentele țintite o pot atinge.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Ce este încă incert

Rezultatul vine cu trei rezerve importante, toate precizate de autori.

Primul: acesta este un rezultat inițial, nu o măsurătoare finală. Autorii păstrează explicit analiza statistică amplă a funcției de selecție și a populației de quasari pentru publicații viitoare. Constrângerile asupra funcției de luminozitate de aici sunt o primă privire, nu ultimul cuvânt.

Al doilea: nu fiecare „quasar” slab este garantat că este unul. La capătul slab, unele obiecte identificate ca quasari ar putea fi în schimb galaxii compacte timpurii, mai ales dacă le lipsește o linie Lyman-alpha puternic lărgită. Echipa oferă un control preliminar că obiectele sunt compatibile cu surse punctiforme, nu cu galaxii extinse, dar îl numește preliminar: spectroscopia profundă în infraroșu

apropiat, de la JWST și facilități similare, va stabili natura reală a celor mai slabe.

Al treilea: obiectele în sine sunt slabe și aproape de limita a ceea ce spectroscopia de la sol poate caracteriza. Stabilirea maselor găurilor negre, a mediului lor și a locului lor în povestea reionizării va cere JWST, ALMA și NOEMA. Euclid este foarte bun la găsirea acestor lucruri; în mare parte le predă altor instrumente pentru studiu.

De ce contează

Valoarea acestei lucrări este demografică. Timp de un deceniu, primul miliard de ani al Universului le-a oferit astronomilor doar o mână de quasari din care să raționeze. Euclid, folosind doar o parte timpurie a programului său de cartografiere, a adăugat destule obiecte pentru a transforma o listă într-un eșantion statistic și evoluează în linie cu prognozele de dinaintea lansării.

Asta contează pentru că întrebările deschise de aici sunt întrebări de populație. Cum au devenit găurile negre atât de mari atât de repede? Cât de neuniform și cât de neutru era gazul intergalactic în momente diferite? La acestea nu răspunde niciun obiect spectaculos singular; răspund numărarea, compararea și cartografierea multora. Ceea ce Euclid a demonstrat este capacitatea de a construi acel recensământ, inclusiv la capătul slab, care se leagă de populația derutantă de găuri negre în acreție pe care JWST o scoate la iveală în aceeași epocă. Această lucrare nu rezolvă cum s-au format primele găuri negre și nu măsoară singur reionizarea. Furnizează în masă materia primă de care au nevoie acele măsurători și stabilește o frontieră clară pentru campaniile de urmărire ulterioară deja în desfășurare.

Pe scurt

Folosind aproximativ primele 3000 de grade pătrate din Euclid Wide Survey, colaborarea Euclid a descoperit 31 de quasari noi între redshift 6,6 și 7,8, dintre care doisprezece la redshift 7 sau mai mare — mai mult decât dublând populația cunoscută în această regiune — inclusiv unul la redshift 7,77, în prezent cel mai îndepărtat quasar cunoscut. Importanța principală este capacitatea demonstrată a programului de a găsi în număr mare aceste obiecte rare și în mare parte slabe, nu recordul incremental de redshift. Rezultatele provin dintr-o primă versiune a datelor: analiza statistică completă, o mare parte din confirmarea spectroscopică și caracterizarea detaliată a obiectelor individuale urmează încă.

Verificare fără exagerări

Ce arată lucrarea: că Euclid Wide Survey, în primii ~1,5 ani pe ~3000 de grade pătrate, poate găsi quasari de redshift mare în numere pe care niciun program anterior nu le putea atinge: 31 confirmați

între redshift 6,6 și 7,8, doispzece la redshift 7 sau peste, dublând aproximativ numărul cunoscut acolo, cu cel mai îndepărtat la redshift $\sim 7,77$.

Ce este plauzibil, dar nu este ideea: recordul de redshift în sine. Este autentic, dar mută frontiera doar cu circa 0,13 în redshift: de la un record anterior aproape de 7,64 la 7,77, aproximativ cincisprezece milioane de ani de timp cosmic. Titlul care va îmbătrâni bine este eşantionul dublat, în creștere și neobișnuit de slab, nu deținătorul singular al recordului.

Ce nu arată: cum s-au format primele găuri negre supermasive sau o măsurare a reionizării. Acești quasari sunt instrumentele pentru acele întrebări, nu răspunsurile. Nici nu este recensământul final al populației: analiza statistică completă este lăsată explicit pentru lucrări ulterioare.

Principalele limite pentru un cititor general: confirmarea spectroscopică ulterioară este incompletă, mai ales în sud; rezultatele funcției de luminozitate sunt preliminare; iar unele dintre cele mai slabe obiecte etichetate drept quasari se pot dovedi galaxii timpurii până când spectroscopia de clasă JWST le confirmă.

Câtă încredere ar trebui să aibă un cititor general? Mare că Euclid a schimbat ce poate fi găsit la aceste redshifturi și mare în confirmarea, prin evaluare de specialitate, a obiectelor mai luminoase. Mai redusă — așa cum subliniază chiar autorii — în privința valorilor precise pentru populația de la capătul slab și a naturii celor mai slabi candidați: acestea sunt rezultate inițiale, nu concluzii definitive.

Surse

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarnieri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883>