

Cos'è un pianeta?

(Mauro Murzi)

Tra il 1992 e il 2014 gli astronomi hanno scoperto circa 1300 corpi celesti che orbitano oltre Nettuno¹. Questi corpi celesti sono chiamati oggetti trans-nettuniani (TNO: Trans Neptunian Objects). Alcuni astronomi hanno proposto di riconoscere i maggiori TNO come pianeti. Il numero complessivo dei pianeti aumenterebbe a circa venti. A favore di quest'idea si è espresso Gibor Basri, professore di astronomia presso l'università della California a Berkeley². Altri astronomi, tra cui Mike Brown, professore di astronomia planetaria presso il California Institute of Technology a Pasadena, hanno suggerito di rimuovere Plutone dai pianeti³. Un gruppo di astronomi ha raccomandato di attribuire a Plutone una duplice natura, come pianeta e corpo minore. Tra costoro Brian Marsden⁴, all'epoca direttore del Minor Planet Center, e Michael A'Hearn⁵, professore di astronomia presso l'università del Maryland a College Park. La situazione è precipitata a luglio 2005, con la scoperta del TNO chiamato provvisoriamente 2003UB313. Sembrava che 2003UB313 fosse più grande di Plutone. Osservazioni successive hanno stabilito che il diametro è più piccolo di quello di Plutone, mentre la massa è maggiore. Brown ha chiesto che 2003UB313 fosse riconosciuto come il decimo pianeta del sistema solare⁶. L'Unione Astronomica Internazionale (IAU: International Astronomical Union), in mancanza di un'esplicita definizione di pianeta, ha rinviato la decisione. La IAU ha creato il Gruppo di lavoro per la definizione di pianeta, che avrebbe dovuto proporre una definizione di pianeta. Il gruppo di lavoro ha terminato la propria attività senza raggiungere un accordo. La IAU ha quindi istituito il Comitato per la definizione di pianeta. L'obiettivo era «risolvere la questione in un modo che abbia una solida base scientifica e che possa ottenere consenso»⁷. Il comitato ha proposto una definizione di pianeta discussa nell'assemblea IAU di Praga, agosto 2006⁸. In tale sede è stata approvata una risoluzione che definisce l'attuale concetto di pianeta⁹. Plutone è stato rimosso dai pianeti. È stato inserito come capostipite in nuova classe di corpi celesti, i pianeti nani. 2003UB313, cui nel frattempo è stato assegnato il nome Eris, è classificato come un pianeta nano. I pianeti nani conosciuti sono Plutone, Cerere, Eris, Haumea, (scoperto nel 2004) e Makemake (scoperto nel 2005). L'articolo ripercorre brevemente la storia del concetto di pianeta. Si sofferma sugli aspetti filosofici collegati ai generi naturali.

1. La scoperta degli asteroidi

Nel 1766 l'astronomo, fisico e biologo tedesco Titius osservò che la distanza dei pianeti dal Sole, misurata in decine di unità astronomiche (AU: Astronomical Units), poteva essere espressa con la formula $d = 4 + n$, ove $n = 0, 3, 6, 12, 24, 48$. L'astronomo tedesco Bode fece conoscere la formula di Titius presso gli astronomi. Per questo motivo, essa è nota come legge di Titius-Bode. I valori previsti sono in buon accordo con quelli osservati (tabella 1).

¹ IAU, *List of transneptunian objects*, 2015.

² BASRI, *What is a Planet?* in *Mercury*, vol. 32, 2005.

³ BROWN, *Sedna [2003 VB12]*, 2004.

⁴ MARS DEN, *Editorial notice in Minor planet electronic circular 1999-C03*, 1999.

⁵ A'HEARN, *Pluto: A planet or a trans-Neptunian object?* in H. RICKMAN (a cura di), *Highlights of astronomy*, Astron. Soc. Pacific, San Francisco, vol. 12, 2001.

⁶ BROWN, *The discovery of 2003UB313, the 10th planet*, 2005. La richiesta di Brown, basata sull'ipotesi errata che il diametro di 2003UB313 fosse maggiore di quello di Plutone, è comunque valida, perché la massa di 2003UB313 è maggiore di quella di Plutone.

⁷ WILLIAMS, *The process of making a resolution on the definition of a planet*, 2006.

⁸ IAU, *Draft resolution 5 for GA-XXVI: Definition of a planet*, 2006.

⁹ IAU, *Resolution 5a*, 2006.

Pianeta	Distanza dal Sole (AU x 10)	
	Calcolata	Osservata
Mercurio	4	3,9
Venere	7	7,2
Terra	10	10,0
Marte	16	15,2
-----	28	---
Giove	52	52,0
Saturno	100	95,4
Urano	196	191,9

Tabella 1

La distanza dei pianeti dal Sole calcolata con la legge di Titius-Bode ed effettivamente osservata. Al momento della formulazione della legge, Urano era sconosciuto. La sua scoperta sembrò confermare la legge. Il vuoto tra Marte e Giove suggerì l'esistenza di un pianeta ignoto. Alla distanza prevista fu effettivamente trovato l'asteroide Cerere.

Nel 1781 l'astronomo britannico di origine tedesca Wilhelm Friedrich Herschel scoprì Urano. La distanza di Urano dal Sole differisce soltanto del 2% dal valore predetto dalla legge di Titius-Bode. La legge di Titius-Bode suggeriva l'esistenza di un pianeta a 2,8 AU dal Sole. Nel 1799 un gruppo di astronomi, coordinati dall'ungherese von Zach, iniziò la ricerca del pianeta sconosciuto. Il pianeta fu casualmente scoperto il primo gennaio 1801 dall'astronomo italiano Giuseppe Piazzi, estraneo al progetto di ricerca. Il nuovo pianeta, chiamato Cerere, si trova a una distanza dal Sole di 2,8 AU. Già l'anno seguente, 1802, il medico e astronomo tedesco Olbers scoprì un altro corpo celeste, Pallade, a 2,8 AU dal Sole. Nel 1804 l'astronomo tedesco Harding scoprì un terzo oggetto, Giunone, a 2,7 AU dal Sole. Lo stesso Olbers, nel 1807, scoprì un quarto oggetto, Vesta, a 2,4 AU dal Sole. Olbers propose la teoria che questi oggetti celesti siano i resti di un antico pianeta distrutto. Herschel conì il nome 'asteroide' per i quattro nuovi oggetti, da una parola greca che significa "simile alle stelle", perché questi corpi apparivano puntiformi anche al telescopio.

*) Gebet einmal auf die Weiten der Planeten von einander Achtung; und nehmet wahr, daß sie fast alle in der Proportion von einander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile, so ist Mercurius 4 solcher Theile von der Sonne entfernt: Venus 4 + 3 = 7 derselben; die Erde 4 + 6 = 10; Mars 4 + 12 = 16. Aber sehet, vom Mars bis zum Jupiter kömmt eine Abweichung von dieser so genauen Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von 4 + 24 = 28 solcher Theile, darinn weder ein Haupt- noch ein Nebenplanete zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum ledig gelassen haben? Nimmermehr! laffet uns zuversichtlich sehen, daß dieser Raum sonder Zweifel den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre; laßt uns hinzuthun, daß vielleicht auch Jupiter noch etliche um sich habe, die bis jetzt noch mit keinem Glase gesehen werden. Von diesem, uns unbekanntem Raume erhebet sich Jupiters Wirkungskreis in 4 + 48 = 52; und Saturnus seiner, in 4 + 96 = 100 solcher Theile. Welches bewundernswürdige Verhältniß! T.

Figura 1

La formula per calcolare la distanza dei pianeti dal Sole compare nell'edizione tedesca di *Contemplation de la nature* di Charles Bonnet, curata da Titius. Titius pone la distanza di Saturno dal Sole uguale a 100 unità. Questo equivale a porre la distanza della Terra dal Sole pari a 10 AU. L'immagine è tratta dalla pagina 9 dell'edizione del 1774.

Cerere, Pallade, Giunone e Vesta furono considerati pianeti sino alla metà del diciannovesimo secolo. Nei testi introduttivi all'astronomia erano citati come pianeti. Nelle effemeridi erano registrati nella sezione dei pianeti. Negli almanacchi astronomici erano indicati tramite simboli speciali, appositamente conati, simili a quelli in uso per i pianeti. Il numero crescente di corpi celesti scoperti tra Marte e Giove (al termine del 1851 erano conosciuti quindici asteroidi) fece sospettare che non fossero veri e propri pianeti, ma oggetti di natura diversa.

Il processo di rimozione degli asteroidi dalla classe dei pianeti è osservabile nelle pagine del *Berliner Astronomisches Jahrbuch*. L'edizione per l'anno 1853, pubblicata nel 1850, riporta tra i simboli dei pianeti anche quelli degli asteroidi conosciuti, ossia Vesta, Giunone, Pallade, Cerere, Astrea, Ebe, Iris, Flora e Metis (figura 2). È l'ultima edizione che usa simboli dedicati per gli asteroidi. L'edizione per il 1854, pubblicata nel 1851, usa ancora simboli dedicati per Vesta, Giunone, Pallade e Cerere. Per gli altri asteroidi usa un numero progressivo. Astrea è indicato con il numero ①, Ebe con il ②, e così via (figura 3). Questi simboli sono usati fino all'edizione per il 1860, pubblicata nel 1857. L'edizione per l'anno successivo, il 1861, pubblicata nel 1858, non usa simboli dedicati per gli asteroidi, ma numeri, secondo l'ordine della loro scoperta. Cerere è il numero ①, Pallade il ②, Giunone il ③, Vesta il ④, Astrea il ⑤, Ebe il ⑥, e così via (figura 4). Il processo di rimozione degli asteroidi dalla classe dei pianeti era così concluso.

**Bezeichnung
der Himmelskörper.**

☉ Sonne.	♃ Jupiter.
☾ Mond.	♄ Saturn.
☿ Merkur.	♅ Uranus.
♀ Venus.	♆ Neptun.
♁ Erde.	♁ Asträa.
♂ Mars.	♁ Hebe.
♁ Vesta.	♁ Iris.
♁ Juno.	♁ Flora.
♁ Pallas.	♁ Metis.
♁ Ceres.	

Figura 2

Nell'edizione del 1850, relativa all'anno 1853, del *Berliner Astronomisches Jahrbuch*, i nove asteroidi noti sono indicati con simboli dedicati, simili a quelli usati per i pianeti.

**Bezeichnung
der Himmelskörper.**

☉ Sonne.	① Asträa.
☾ Mond.	② Hebe.
☿ Merkur.	③ Iris.
♀ Venus.	④ Flora.
♁ Erde.	⑤ Metis.
♂ Mars.	⑥ Hygiea.
♁ Vesta.	⑦ Parthenope.
♁ Juno.	⑧ Victoria.
♁ Pallas.	⑨ Egeria.
♁ Ceres.	⑩ Irene.
♃ Jupiter.	⑪ Eunomia.
♄ Saturn.	♆ Neptun.
♅ Uranus.	

Figura 3

Nell'edizione del 1851, relativa all'anno 1854, del *Berliner Astronomisches Jahrbuch*, solo i primi quattro asteroidi scoperti (Cerere, Pallade, Giunone e Vesta) sono indicati con simboli dedicati. Gli altri asteroidi sono numerati progressivamente in ordine di scoperta, a partire da Astrea.

**Bezeichnung
der Himmelskörper.**

☉ Sonne.	☽ Egeria.	♁ Atalante.
☾ Mond.	♃ Irene.	♂ Fides.
☿ Mercur.	♄ Eunomia.	♆ Leda.
♀ Venus.	♅ Psyche.	♁ Laetitia.
♁ Erde.	♆ Thetis.	♁ Harmonia.
♂ Mars.	♁ Melpomene.	♁ Daphne.
♃ Jupiter.	♁ Fortuna.	♁ Isis.
♄ Saturn.	♁ Massalia.	♁ Ariadne.
♅ Uranus.	♁ Lutetia.	♁ Nysa
	♁ Calliope.	♁ Eugenia
① Ceres.	② Thalia.	④ Hestia.
③ Pallas.	⑥ Themis.	⑦ Aglaja.
⑤ Juno.	⑧ Phocaea.	⑩ Doris
④ Vesta.	⑩ Proserpina.	⑩ Pales
⑤ Asträa.	⑪ Euterpe.	⑩ Virginia
⑥ Hebe.	⑫ Bellona	⑪ Nemausa.
⑦ Iris.	⑬ Amphitrite.	⑫ Europa.
⑧ Flora.	⑭ Urania.	⑬ Calypso.
⑨ Metis.	⑮ Euphrosyne.	⑭ Alexandra.
⑩ Hygiea.	⑯ Pomona.	⑮
⑪ Parthe- nope.	⑰ Polyhymnia.	♃ Neptun.
⑫ Victoria.	⑱ Circe.	
	⑲ Leukothea.	

Figura 4

L'edizione del 1858, relativa all'anno 1861, del *Berliner Astronomisches Jahrbuch*, è la prima che usa soltanto i numeri per indicare gli asteroidi, secondo l'ordine della loro scoperta. Gli asteroidi, ormai, fanno parte di una categoria a sé stante, distinta dai pianeti.

2. La scoperta di Plutone

Gli astronomi credevano (erroneamente) che un pianeta sconosciuto disturbasse l'orbita di Urano. All'inizio del ventesimo secolo gli statunitensi Lowell e Pickering calcolarono l'orbita del pianeta ignoto. Lo statunitense Tombaugh lo scoprì nel 1930. Il nuovo oggetto, cui fu attribuito il nome Plutone, era vicino alla posizione prevista. Plutone fu riconosciuto come il nono pianeta del sistema solare. Nel 1978, con la scoperta della luna Caronte, fu possibile determinare la massa di Plutone. Essa è troppo piccola per spiegare le presunte perturbazioni del moto di Urano. L'orbita di Plutone è diversa da quella calcolata da Lowell e Pickering. Fu soltanto un caso che il pianeta, al momento della sua scoperta, fosse vicino alla posizione prevista. L'orbita di Plutone incrocia quella di Nettuno. Per questo motivo, è stata avanzata l'ipotesi che Plutone sia una luna di Nettuno, sfuggita alla sua attrazione gravitazionale. I TNO scoperti prima del 2005 hanno massa e diametro minori di quelli di Plutone. Sono stati quindi classificati come corpi minori. La situazione si è complicata con la scoperta di Eris, un TNO che si riteneva avesse massa e dimensione maggiori di quelle di Plutone (in realtà la massa è maggiore e il diametro è minore). Sembrava non avere alcun significato scientifico riconoscere a Plutone lo stato di pianeta, negandolo a Eris. Per questo la IAU ha deciso di rimuovere Plutone dalla lista dei pianeti, creando per esso la classe dei pianeti nani, in cui ha inserito anche Cerere ed Eris.

3. La definizione di pianeta

3.1. Gibor Basri

Gibor Basri sostiene che si potrebbero usare tre tipi di proprietà nella definizione di pianeta¹⁰. Al primo tipo appartengono le *proprietà caratteristiche*, quali la massa, la luminosità e le dimensioni. Il secondo tipo comprende le *circostanze*, quali le proprietà dell'orbita. Il terzo tipo è quello della *cosmogonia*, il modo in cui il corpo celeste si è formato. Basri osserva che il dibattito tra gli astronomi si focalizza sulla massa. Si potrebbe determinare il valore massimo della massa di un pianeta – sostiene Basri – in due modi.

i) Quello al di sopra del quale è attiva la fusione nucleare: circa 13 volte la massa di Giove.

ii) Quello al di sopra del quale avviene la degenerazione degli elettroni: circa 2 volte la massa di Giove.

Il limite inferiore può essere determinato imponendo che la massa del pianeta sia sufficiente a conferirgli forma sferica, per effetto della forza di gravità: circa la massa di Cerere. Basri suggerisce le seguenti definizioni.

¹⁰ BASRI, *cit.*

- iii) Un *fusore* [*fusor*] è un corpo capace di sostenere la fusione nucleare: è un oggetto di almeno 13 volte la massa di Giove.
- iv) Un *oggetto di massa planetaria* [*planemo*] è un corpo sferico che non sia un fusore: è un oggetto la cui massa è compresa tra quella di Cerere e 13 volte la massa di Giove.

Basri osserva che ci sono due questioni domande le circostanze. La prima è se un corpo celeste che non orbita intorno a una stella possa essere classificato come un pianeta. Basri ritiene che orbitare intorno a una stella sia una condizione necessaria per un pianeta. La seconda domanda riguarda la dominanza orbitale, ossia la proprietà di avere eliminato, dalle vicinanze della propria orbita, ogni altro corpo avente dimensioni comparabili. Gli asteroidi non furono considerati pianeti perché non mostrano alcuna dominanza orbitale. I nove pianeti del sistema solare, con la sola eccezione di Plutone – Basri scrive quando Plutone era ancora un pianeta – hanno rimosso dalla propria orbita gli oggetti di dimensione comparabile. Plutone ha una massa troppo piccola per produrre questo effetto. È accompagnato in orbita da oggetti di massa e dimensione simile. Tuttavia, Basri consiglia di conservare Plutone nella lista dei pianeti, per ragioni storiche. La dominanza orbitale non è – secondo Basri – una condizione necessaria per un pianeta. Relativamente alla cosmogonia, Basri osserva che le conoscenze scientifiche in materia sono così poche da renderla inutilizzabile. Queste considerazioni lo inducono a proporre la seguente definizione.

- v) Un pianeta è un oggetto di massa planetaria che orbita intorno a un fusore.

Plutone conserverebbe lo stato di pianeta, che sarebbe acquisito sia dagli asteroidi più grandi sia dai TNO di dimensione simile a quella di Plutone.

3.2. *Brown*

Mike Brown, membro del gruppo che ha scoperto Eris, ha analizzato quattro criteri per la definizione di pianeta¹¹. Il primo criterio è storico: i pianeti del sistema solare sono i nove pianeti conosciuti agli inizi del ventesimo secolo. Brown rifiuta questa definizione, perché «rende la parola ‘pianeta’ priva di significato come definizione scientifica». Il secondo criterio è: ogni oggetto più grande di Plutone è un pianeta. Brown rifiuta questa definizione, perché non esiste alcuna ragione scientifica per cui la dimensione o la massa di Plutone debba valere come limite inferiore per i pianeti. Il terzo criterio considera come pianeta qualsiasi oggetto «che sia sferico a causa della propria gravità e che orbiti direttamente intorno al Sole». Questa definizione – osserva Brown – è storicamente inaccurata. Nella storia dell’astronomia è assente qualsiasi riferimento alla sfericità come condizione necessaria perché un corpo celeste sia un pianeta. La forma degli asteroidi non ebbe alcun ruolo nella discussione sul loro stato. Brown scarta dunque la terza definizione. Il quarto criterio si fonda sulla dominanza orbitale. Con la sola eccezione di Plutone, tutti i pianeti sono oggetti solitari. «Nella loro regione di spazio ci sono solo loro [...] e una collezione di oggetti molto molto più piccoli [...] senza una popolazione intermedia». Gli asteroidi non sono oggetti solitari «perché un’unica regione di spazio contiene oggetti con un intervallo continuo di dimensioni». Brown accetta la dominanza orbitale come criterio per la definizione di pianeta. Questa definizione escluderebbe dai pianeti sia Plutone sia Eris, all’epoca ancora ignoto. Dopo la scoperta di Eris, Brown ha cambiato opinione¹². Il punto più importante sarebbe – secondo la nuova proposta di Brown – l’aspetto culturale. «Plutone è un pianeta perché la cultura dice che lo è». Brown sostiene che ogni oggetto più grande di Plutone sia un pianeta. Eris dovrebbe dunque essere un pianeta. Brown riconosce esplicitamente che questa definizione è molto differente da quella che aveva proposto l’anno prima.

3.3. *WGESP*

Il Gruppo di lavoro sui pianeti extrasolari (WGESP: Working Group on Extrasolar Planets) ha proposto una definizione per i pianeti extrasolari. Un problema che gli astronomi dovevano affrontare nella ricerca di pianeti extrasolari riguarda la determinazione del valore massimo della massa di un pianeta. A causa della limitazione della sensibilità delle tecniche osservative, i candidati pianeti extrasolari avevano una massa superiore a quella di Giove. Oltre quale valore della massa un corpo doveva essere considerato una piccola stella e non un candidato pianeta? Un secondo problema che interessava la ricerca dei pianeti extrasolari era dovuto alla scoperta di corpi celesti che vagano all’interno di ammassi stellari, senza orbitare intorno a una stella. Potrebbero essere pianeti? Il Gruppo di lavoro ha cercato di rispondere a questi due quesiti tramite una definizione di lavoro «soggetta a cambiare quando apprenderemo di più circa i componenti di piccola massa»¹³. Un pianeta – asserisce la definizione proposta – è un oggetto di massa inferiore a 13 volte la massa di Giove che orbita intorno a una stella. All’epoca, il limite inferiore della massa di un pianeta era irrilevante per la

¹¹ BROWN, *Sedna*, cit.

¹² BROWN, *The discovery of 2003UB313*, cit.

¹³ WGESP, *Definition of a planet*, 2001.

ricerca di pianeti extrasolari.

3.4. *Il Comitato per la definizione di pianeta*

Il Comitato per la definizione di pianeta ha proposto la definizione seguente. Un pianeta è un corpo celeste che è sferico a causa della propria gravità, orbita intorno a una stella, non è una stella né un satellite¹⁴. Il comitato suggerisce la seguente distinzione tra pianeta e satellite. In un gruppo formato di due o più candidati pianeti, se il baricentro risiede all'interno del corpo primario, gli altri corpi sono satelliti. Invece, se il baricentro risiede nello spazio, tutti i corpi sono pianeti, purché soddisfino le altre condizioni. I pianeti dovrebbe essere dodici: i nove pianeti classici, Cerere, Eris e Caronte. Esisterebbe inoltre una dozzina di candidati al ruolo di pianeta, tra cui Pallade, Giunone, Vesta e circa nove TNO. Questa proposta tace sul limite superiore della massa di un pianeta. Potrebbe quindi essere applicata solo a candidati pianeti non massicci, come nel caso del sistema solare.

3.5. *IAU*

La 26^a assemblea generale IAU, tenuta a Praga nell'agosto 2006, ha definito un pianeta come un corpo celeste che orbita intorno al Sole, è sferico per la propria gravità e ha rimosso dall'orbita i corpi comparabili¹⁵. I pianeti del sistema solare sono otto: Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno. È stata definita una nuova categoria di oggetti celesti, i pianeti nani. Sono i corpi che orbitano intorno al Sole, hanno forma sferica per la gravità, non sono satelliti e non hanno rimosso dalla propria orbita i corpi comparabili. Pianeti nani sono Plutone, Cerere, Eris, Haumea e Makemake. Questa definizione è esplicitamente destinata al sistema solare e non si applica ai sistemi extrasolari. Lascia quindi irrisolta la questione del limite superiore della massa di un pianeta.

3.6. *Riepilogo delle principali definizioni proposte per i pianeti*

- 1) Un pianeta è un oggetto sferico con massa compresa tra la massa di Cerere e 13 masse di Giove che orbita intorno a un oggetto di massa superiore a 13 masse di Giove
- 2) Un pianeta è un oggetto con dominanza orbitale.
- 3) Plutone è un pianeta perché la cultura dice che lo è; ogni oggetto più grande di Plutone è un pianeta.
- 4) Un pianeta è un oggetto di massa inferiore a 13 volte la massa di Giove, che orbita intorno a una stella; il limite inferiore della massa dovrebbe essere uguale a quello usato per il sistema solare.
- 5) Un pianeta è un oggetto sferico a causa della propria gravità, che orbita intorno a una stella, e non è né una stella né un satellite.
- 6) Un pianeta è un oggetto sferico a causa della propria gravità, che orbita intorno al Sole e ha rimosso dalla propria orbita gli oggetti comparabili; è questa la definizione oggi accettata dagli astronomi.

4. *Esplicazione*

Il compito della *esplicazione* consiste nel trasformare un concetto dato, più o meno inesatto, in uno esatto o, meglio, nel rimpiazzare il primo con il secondo. Chiamiamo il concetto dato [...] *explicandum* e il concetto esatto [...] *explicatum*.¹⁶

L'*explicandum* non ha un significato ben definito. L'*esplicazione* sostituisce l'*explicandum* con un concetto ben definito, l'*explicatum*. Forse, la definizione di pianeta che gli astronomi cercano è un'*esplicazione*. La parola 'pianeta' occorre nel linguaggio ordinario e scientifico. Il suo significato non è mai stato definito, probabilmente perché non è mai stato necessario farlo. Fino alla scoperta di Eris, gli astronomi sono sempre riusciti a decidere se un oggetto fosse un pianeta, senza ricorrere a una definizione esplicita. Anche la disputa sullo stato dei maggiori asteroidi è stata risolta in assenza di una definizione di pianeta. La scoperta di Eris ha mostrato invece la necessità di esplicitare il concetto di pianeta. Un problema di *esplicazione*, per sua stessa natura, non è ben definito. Non è possibile stabilire se un'*esplicazione* proposta sia corretta. «Parlando esattamente, la questione se la soluzione sia giusta o errata non ha senso perché non c'è una chiara risposta»¹⁷. È comunque possibile adottare alcuni criteri generali, validi per ogni *esplicazione*, e verificare come le varie proposte si comportino rispetto a questi criteri. Carnap ha discusso i requisiti che una buona *esplicazione* dovrebbe soddisfare e ne ha identificati tre: esattezza, utilità e semplicità¹⁸. L'esattezza richiede che l'*esplicazione* sia formulata in termini esatti e applicabili senza incertezza. L'utilità richiede che sia utile per la formulazione di teorie scientifiche. La semplicità richiede che si basi su proprietà facilmente osservabili. Si

¹⁴ IAU, *Draft resolution 5*, cit.

¹⁵ IAU, *Resolution 5a*, cit.

¹⁶ CARNAP, *Logical foundations of probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1950, p. 3.

¹⁷ *Ivi*, p. 4.

¹⁸ *Ivi*, p. 5.

possono confrontare le definizioni 1-6 usando questi tre criteri. È dapprima necessario identificare le proprietà fisiche che occorrono nelle definizioni (tabella 2).

Definizione	Proprietà fisiche
1	Forma e massa
2	Dominanza orbitale
3	Dimensione
4	Massa
5	Forma, massa e baricentro
6	Forma, massa e dominanza orbitale

Tabella 2

Le proprietà fisiche utilizzate nelle definizioni 1-6.

Le definizioni 3 e 4 sono le più semplici, perché usano una sola proprietà fisica. La definizione 1 è più semplice della 5, perché quest'ultima usa tutte le proprietà della definizione 1. Le definizioni 2 e 6 sono le più complesse, perché usano non solo le proprietà del candidato pianeta ma anche quelle dei corpi circostanti. Valgono le seguenti relazioni: $3 =_s 4 >_s 1 >_s 5 >_s 2 >_s 6$, dove " $a =_s b$ " significa " a e b hanno le medesima semplicità" e " $a >_s b$ " significa " a è più semplice di b ". Relativamente all'esattezza, solo la definizione 1 è esatta, perché determina sia il limite superiore sia quello inferiore della massa di un pianeta. Le definizioni 2, 3, 5 e 6 non definiscono il limite superiore della massa. La definizione 4 non definisce il limite inferiore. Valgono le seguenti relazioni: $1 >_e 2 =_e 3 =_e 4 =_e 5 =_e 6$, dove " $a =_e b$ " significa " a e b hanno le medesima esattezza" e " $a >_e b$ " significa " a è più esatta di b ". Per l'utilità scientifica, osserviamo che la definizione 3 usa una costante, la dimensione di Plutone, che non ha alcun significato teorico. Si confronti la definizione 3 con la 1, che utilizza la costante '13 volte la massa di Giove'. Quest'ultima ha un preciso significato teorico, perché è la massa al di sopra della quale è possibile la fusione nucleare. La costante '13 volte la massa di Giove' non è una costante empirica, ma è una costante teorica. È determinata da principi teorici ed è collegata con importanti fenomeni fisici. Al contrario, la costante usata nella definizione 3, la dimensione di Plutone, può essere determinata solo ricorrendo all'osservazione. Non è collegata con alcun principio teorico. È improbabile che la massa di Plutone figurì in qualche interessante legge scientifica. Si può dunque porre la definizione 3 all'ultimo posto come utilità. La definizione 4 può essere applicata ai candidati pianeti extrasolari. È pertanto più utile della definizione 3. Per quanto riguarda le altre definizioni, a prima vista non si vedono motivi perché una sia più utile delle altre. Si possono dunque supporre equivalenti. Valgono le seguenti relazioni: $1 =_u 2 =_u 5 =_u 6 >_u 4 >_u 3$, dove " $a =_u b$ " significa " a e b hanno le medesima utilità" e " $a >_u b$ " significa " a è più utile di b ". Dunque:

$$3 =_s 4 >_s 1 >_s 5 >_s 2 >_s 6$$

$$1 >_e 2 =_e 3 =_e 4 =_e 5 =_e 6$$

$$1 =_u 2 =_u 5 =_u 6 >_u 4 >_u 3$$

I tre criteri proposti, semplicità, esattezza e utilità, sono a prima vista ugualmente importanti. È dunque impossibile ordinare le definizioni. Se si costruisse un ordinamento assoluto $>$, la prima relazione $3 > 1 > 5$ sarebbe in contrasto con la terza $5 > 4 > 3$. Si può costruire un ordinamento parziale nel modo seguente¹⁹. Per ogni coppia di definizioni e per ogni criterio, si assegna un punto alla definizione migliore. Per esempio, nel confronto tra le definizioni 1 e 2, la 1 riceve due punti e la 2 zero punti. Le due definizioni, infatti, sono equivalenti in utilità, ma la 1 è migliore della 2 in semplicità ed esattezza. Valgono le seguenti relazioni, dove " $a \approx b$ " significa che a e b non sono confrontabili e " $a < b$ " ha il medesimo significato di " $b > a$ ".

$$1 > 2 \quad 1 > 3 \quad 1 > 4 \quad 1 > 5 \quad 1 > 6$$

$$2 \approx 3 \quad 2 \approx 4 \quad 2 < 5 \quad 2 > 6$$

$$3 < 4 \quad 3 \approx 5 \quad 3 \approx 6$$

$$4 \approx 5 \quad 4 \approx 6$$

$$5 > 6$$

Si ottiene:

$$1 > 4 > 3$$

$$1 > 5 > 2 > 6$$

Sembrerebbe che la definizione 1 sia la migliore, seguita dalle definizioni 4 e 5.

¹⁹ Seguo il metodo esposto da BAUMANN, *Theory choice and the intransitivity of 'Is a Better Theory Than'* in *Philosophy of science*, vol. 72, 2005.

5. Generi naturali: l'essenzialismo

Per valutare le definizioni di pianeta si può tentare un altro approccio, rivolgendosi alla teoria dei generi naturali. Userò il lavoro in cui Machery descrive tre approcci essenzialisti ai generi naturali.²⁰ Il primo afferma che i generi naturali sono definiti da proprietà essenziali intrinseche²¹. Per esempio, l'acqua è un genere naturale perché è definita dalle proprietà essenziali intrinseche individuate dalla formula chimica H₂O. Quali definizioni di pianeta usano soltanto proprietà essenziali intrinseche? Le definizioni 1 e 4 contengono un riferimento eliminabile a un oggetto specifico, Giove. Il valore numerico della massa, 13 volte la massa di Giove, è determinato da una legge fisica. È il limite inferiore della massa necessaria per la fusione nucleare. Le definizioni 1 e 4, pertanto, fanno riferimento a una legge fisica e non a un oggetto particolare. Dunque, usano soltanto proprietà essenziali intrinseche. Le definizioni 2 e 6 utilizzano la dominanza orbitale. Essa non è una proprietà intrinseca, perché dipende dalle proprietà degli oggetti vicini. La definizione 3 contiene un riferimento ineliminabile a un oggetto specifico, Plutone. Si potrebbe sostituire il riferimento a Plutone con il valore numerico del suo diametro. Tuttavia, se qualcuno chiedesse perché sia stato scelto quel valore, la risposta conterrebbe il riferimento a Plutone. La definizione 3, dunque, non usa soltanto proprietà essenziali intrinseche. La definizione 5 si riferisce alla forma, alla massa e al centro di gravità. Sono tutte proprietà essenziali intrinseche. Dunque, le definizioni 1, 4 e 5 definiscono un genere naturale, perché usano solo proprietà essenziali intrinseche. Il secondo approccio ai generi naturali asserisce che i generi naturali sono le classi massime che compaiono nelle leggi scientifiche²². Per classe massima s'intende una classe che «non sia un sottoinsieme di una classe più ampia per la quale si possa formulare la medesima generalizzazione»²³. Noti esempi di leggi scientifiche che si riferiscono ai pianeti sono le tre leggi di Keplero e la legge di gravitazione universale. La classe dei pianeti è una sottoclasse della classe degli oggetti per i quali valgono quelle leggi: gli asteroidi, le comete e i satelliti soddisfano le leggi di Keplero e la legge di gravitazione. I pianeti non sono una classe massima che compare in qualche legge scientifica. Non sono dunque un genere naturale. Il terzo approccio sostiene che gli oggetti che appartengono a un medesimo genere naturale condividono proprietà simili per via di un meccanismo causale comune²⁴. Quale meccanismo si potrebbe invocare per i pianeti? La loro comune origine. Tuttavia, l'origine dei pianeti è ancora talmente incerta da non poter essere utilmente usata. Quindi, non si può applicare il terzo punto di vista al problema della definizione di pianeta. Si vede dunque che, nell'ambito dell'approccio essenzialista ai generi naturali, le definizioni che individuano i pianeti come genere naturale sono le definizioni 1, 4 e 5. La definizione adottata dalla comunità scientifica, la 6, non definisce un genere naturale. Gli astronomi, pur potendo definire i pianeti come genere naturale, usando una tra le definizioni 1, 4 e 5, hanno scelto un'altra strada. Questo fatto ammette due spiegazioni opposte. La prima spiegazione è quella di un errore da parte degli astronomi. Pur avendo a disposizione almeno tre definizioni di pianeta come genere naturale, gli astronomi hanno usato una definizione che non individua alcun genere naturale. La seconda spiegazione è che il punto di vista essenzialista è errato. I generi naturali non sono quelle classi individuate dall'essenzialismo. Ritengo che solo la ricerca scientifica, non quella filosofica, possa dire quali siano i generi naturali. Se gli astronomi adottano una certa definizione per i pianeti, quella definizione determina un genere naturale. I generi naturali – a mio parere – sono quelle classi riconosciute dagli scienziati come degne di studio. Il punto di vista essenzialista, che contrasta con la pratica scientifica, deve essere sostituito con un approccio diverso.

6. Generi naturali: la definizione di Machery

Machery propone la seguente definizione di genere naturale.

Una classe C di entità è un genere naturale se e solo se c'è un insieme grande di proprietà scientificamente rilevanti tale che C è la massima classe i cui membri tendono a condividere queste proprietà per via di un qualche meccanismo causale.²⁵

La definizione è intenzionalmente vaga, perché contiene espressioni quali «insieme grande di proprietà» (quante proprietà devono essere condivise perché l'insieme sia grande?), «scientificamente rilevanti» (il colore è scientificamente rilevante?) e «tendono a condividere» (non si richiede che tutti gli oggetti di un genere

²⁰ MACHERY, *Concepts are not a natural kind* in *Philosophy of science*, vol. 72, 2005. Machery è professore di storia e filosofia della scienza presso l'università di Pittsburgh.

²¹ PUTNAM, *The Meaning of 'Meaning'* in H. PUTNAM, *Mind, language and reality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1975.

²² COLLIER, *On the necessity of natural kinds* in P. RIGGS (a cura di), *Natural kinds, laws of nature and scientific reasoning*, Kluwer, Dordrecht, 1996.

²³ MACHERY, *cit.*, p. 448.

²⁴ BOYD, *Realism, anti-foundationalism and the enthusiasm for natural kinds* in *Philosophical studies*, vol. 61, 1991.

²⁵ MACHERY, *cit.*, p. 447-448.

naturale condividano tutte le proprietà pertinenti, ma che gli oggetti tendano a dividerne una parte). Esistono rilevanti proprietà scientifiche che i pianeti tendono a condividere? Sì. I pianeti sono freddi e non emettono luce propria. Possono avere un'atmosfera. Possono avere acqua in superficie. Potrebbero sostenere forme di vita. Le proprietà sono condivise per via di qualche meccanismo causale? Probabilmente sì, per la loro origine comune, ma la conoscenza attuale non permette una risposta definitiva. La classe dei pianeti è una sottoclasse di qualche classe più ampia i cui membri condividono le stesse proprietà scientifiche dei pianeti? Sì. Alcuni satelliti sono sferici per via della propria gravità e hanno una massa sufficiente per mantenere sia un'atmosfera sia acqua in superficie. Nel sistema solare, i satelliti maggiori (quali i principali satelliti di Giove e Saturno) hanno proprietà fisiche simili a quelle dei pianeti rocciosi (Mercurio, Venere, Terra e Marte). C'è più somiglianza tra i pianeti rocciosi e i maggiori satelliti che tra i pianeti rocciosi e quelli gassosi. La classe dei pianeti non è la massima classe i cui membri condividono le medesime proprietà scientificamente rilevanti. Dunque, anche questo approccio ai generi naturali fallisce nel riconoscere i pianeti come genere naturale.

7. Tassonomia e duplice classificazione

La ricerca della definizione di pianeta può essere esaminata come un problema di tassonomia. Ci si può rivolgere alla biologia per avere qualche suggerimento sulle proprietà di una buona tassonomia. Tre punti sembrerebbero importanti. Primo, la classificazione degli organismi viventi è soggetta a continui cambiamenti. Secondo, si tende a basare la tassonomia su considerazioni filogenetiche anziché morfologiche. Terzo, un organismo dovrebbe appartenere a una sola specie. Cosa possono insegnare questi tre punti? Anche in astronomia le classificazioni sono soggette a cambiamenti. Ad esempio, la rimozione di Plutone dai pianeti o la proposta di inserire tra i pianeti Cerere ed Eris possono essere viste come normali cambiamenti suggeriti da nuove evidenze scientifiche. Il secondo punto pone l'accento sul ruolo della modalità di formazione. Allo stato attuale, non è possibile seguire questa via, a causa dell'ignoranza in materia. Il terzo punto è molto interessante. In astronomia, a differenza della biologia, ci sono casi di duplice classificazione. Alcuni corpi celesti appartengono a classi che all'inizio non avevano elementi comuni. Un noto esempio è Chirone, inizialmente classificato come un asteroide. Fu poi inserito anche nel catalogo delle comete. La duplice classificazione può suggerire relazioni tra due classi di oggetti credute disgiunte. Chirone ha suggerito l'ipotesi che gli asteroidi *near-Earth* possano essere comete dormienti. Marsden e A'Hearn hanno proposto una duplice classificazione per Plutone.²⁶

Come per [...] Chirone [...], dove la scelta della designazione come 'pianeta minore' o 'cometa' dipende dal contesto, noi proponiamo che Plutone abbia un duplice status come corpo 'maggiore' e 'minore'.²⁷

Un vantaggio della duplice classificazione di Plutone sarebbe quello di espandere il campione di pianeti ghiacciati e di TNO in librazione con Nettuno²⁸. La duplice classificazione, dunque, potrebbe essere utile per la formulazione di ipotesi e leggi scientifiche. Da un punto di vista filosofico, queste considerazioni mostrano che non esiste un unico metodo corretto per classificare gli oggetti. La classificazione dipende dal contesto. L'astronomo interessato allo studio delle comete escogita certi criteri per classificare le comete. Rispetto a questi criteri, Chirone è una cometa. L'astronomo interessato allo studio degli asteroidi concepisce determinati criteri per riconoscere gli asteroidi. Rispetto a questi criteri, Chirone è un asteroide. Chi studia i pianeti ghiacciati potrebbe classificare Plutone come un pianeta. Chi studia i TNO potrebbe classificarlo come TNO. Distinzioni nette non sono sempre possibili e talvolta non sono neanche desiderabili.

8. Generi naturali: il realismo promiscuo

Il realismo promiscuo è un approccio pluralista ai generi naturali, proposto da Dupré. Afferma l'esistenza di più classificazioni corrette. Esse rispondono a interessi pratici e intellettuali diversi. Persino la formula chimica è insufficiente per fissare un'unica classificazione dei composti chimici. Esistono contesti nei quali l'acqua appartiene a due generi naturali distinti, l'acqua ordinaria e l'acqua pesante. La classificazione in generi naturali – sostiene il pluralismo – non è univoca. Dipende da molteplici fattori, tra i quali le proprietà degli oggetti, l'obiettivo della classificazione, il contesto della ricerca e la successione storica dei fatti e delle teorie. Afferma Dupré:

La mia tesi è che ci sono innumerevoli modi legittimi, oggettivamente fondati, per classificare gli oggetti nel mondo. [...] Quindi, mentre non nego che, in un certo senso, i generi naturali esistono, desidero inserirli in una metafisica di radicale pluralismo ontologico, alla quale mi riferisco come "realismo promiscuo".²⁹

²⁶ A'HEARN, *cit.*

²⁷ MARSDEN, *cit.*

²⁸ A'HEARN, *cit.*

²⁹ DUPRÉ, *The disorder of things: metaphysical foundations of the disunity of science*, Harvard University Press,

La mia posizione è realista, perché sostengo che esiste qualcosa che legittima una buona classificazione [...] Ma la mia posizione riconosce anche un ruolo ineliminabile al classificatore umano nel selezionare un particolare schema di classificazione [...] Questa selezione dipenderà naturalmente, in maniera cruciale, dallo scopo per il quale la classificazione è costruita.³⁰

Le vicende della definizione di pianeta mostrano che il realismo promiscuo è un buona analisi dei generi naturali. Il realismo promiscuo individua come generi naturali le classi di interesse scientifico e spiega il comportamento reale degli astronomi.

9. Bibliografia

- A'HEARN, M. F., *Pluto: A planet or a trans-Neptunian object?* in H. RICKMAN (a cura di), *Highlights of astronomy*, Astron. Soc. Pacific, San Francisco, vol. 12, 2001, pp. 201-204.
- BASRI, G., *What is a planet?* in *Mercury*, vol. 32 n. 6, 2005, pp. 27-34.
- BAUMANN, P., *Theory choice and the intransitivity of 'Is a Better Theory Than'* in *Philosophy of science*, vol. 72, 2005, pp. 231-240.
- BERTOLDI F., ALTENHOFF W., WEISS A., MENTEN K. M. e THUM C., *The trans-Neptunian object UB313 is larger than Pluto* in *Nature*, vol. 439, 2006, pp. 563-564.
- BOYD, R., *Realism, anti-foundationalism and the enthusiasm for natural kinds* in *Philosophical studies*, vol. 61, 1991, pp. 127-148.
- BROWN, M. E., *Sedna [2003 VB12]* <http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/sedna>, 2004.
- BROWN, M. E., *The discovery of 2003UB313, the 10th planet*, <http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/planetlila.html>, 2005.
- BROWN M. E., TRUJILLO C. A. e RABINOWITZ D. L., *Discovery of a candidate inner Oort cloud planetoid* in *The astrophysical journal*, vol. 617, 2004, pp.645-649.
- BROWN M. E., TRUJILLO C. A. e RABINOWITZ D. L., *Discovery of a planetary-sized object in the scattered Kuiper belt* in *The astrophysical journal letters*, vol. 635, 2005, L97-L100.
- CARNAP, R., *Logical foundations of probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1950.
- COLLIER, J., *On the necessity of natural kinds* in P. RIGGS (a cura di), *Natural kinds, laws of nature and scientific reasoning*, Kluwer, Dordrecht, 1996, pp. 1-10.
- DUPRÉ, J., *The disorder of things: metaphysical foundations of the disunity of science*, Harvard University Press, Cambridge, 1993.
- DUPRÉ, J., *Humans and others animals*, Clarendon Press, Oxford, 2002.
- MACHERY, E., *Concepts are not a natural kind* in *Philosophy of science*, vol. 72, 2005, pp. 444-467.
- MARSDEN, B. G., *Editorial notice* in *Minor planet electronic circular 1999-C03*, <http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpec/J99/J99C03.html>, 1999.
- IAU, *Draft resolution 5 for GA-XXVI: Definition of a planet*, 2006.
- IAU, *Resolution 5a*, approvata nel corso dell'assemblea IAU, Praga, agosto 2006.
- IAU, *List of transneptunian objects*, <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/TNOs.html>, 2015.
- PUTNAM, H., *The Meaning of 'Meaning'* in H. PUTNAM, *Mind, language and reality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1975, pp. 215-271.
- WGESP, *Definition of a planet*, 2001.
- WILLIAMS, R., *The process of making a resolution on the definition of a planet*, 2006.

Cambridge, 1993, pp. 18.

³⁰ DUPRÉ, *Humans and others animals*, Clarendon Press, Oxford, 2002, p. 54.