



Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari

Questa scheda è strutturata secondo quanto contenuto in astroedu.iau.org



ASTROEDU
Peer-reviewed Astronomy Education Activities

*Nome:	Caterina Boccato, Sabrina Masiero
*Affiliazione/organizzazione:	INAF-Osservatorio Astronomico di Padova
*Paese:	Italia
*Indirizzo email: (il curatore della pubblicazione invia a questo indirizzo tutte le comunicazioni sulla tua attività)	caterina.boccato@oapd.inaf.it sabrina.masiero@oapd.inaf.it
*Titolo dell'attività:	Cos'è la vita?
Autore dell'attività: (se non sei l'autore originale dell'attività, inserisci qui il nome dell'autore)	Testo di Chris Randall (TERC/NASA) con l'aiuto del gruppo di astrobiologia del TERC/NASA. Sponsorizzata dal gruppo di Astrobiologia della NASA.
Ringraziamenti: (elenca tutte le persone o delle organizzazioni coinvolte nell'attività)	Caterina Boccato, Melania Brolis, Sabrina Masiero
*Parole chiave: (elenca le parole che pensi siano correlate all'argomento dell'attività, agli obiettivi della medesima o al pubblico a cui si rivolge)	Vita, esobiologia, ambiente, riproduzione, genetica, esperimento
*Intervallo di età: (seleziona tutte le fasce di età a cui si rivolge l'attività)	12-14 14-16
*Livello di istruzione: (scegli uno o più livelli di istruzione per la tua attività)	Scuola secondaria di primo grado Scuola secondaria di secondo grado
*Tempo: (Quando dura l'attività?)	Mezza giornata / 1 giorno
*Dimensione del gruppo:	Gruppo (di 4-5 persone, nell'ipotesi di classi da 20-25 studenti)
*Supervisione di un adulto: (I vari passi dell'attività prevedono la supervisione di un adulto?)	Sì
*Costo: (il costo approssimativo di ogni materiale necessario per l'attività, in euro)	Basso (<5 euro): si possono trovare delle lenti a un costo di soli 2,5 euro
*Luogo:	All'interno (piccolo, es. classe)

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

Istituto Nazionale di Astrofisica



Fondazione G. Galilei



a Way to Other Worlds



Global Architecture of Planetary Systems

*Lingua: (in quale lingua intendi sottomettere l'attività?)	Italiano
*Materiali necessari: (quali materiali sono necessari per l'attività? Per quanto possibile, ricorda che l'attività potrebbe non aver luogo in classe)	
<p><u>Alcune coppie di oggetti:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Una formica viva in un contenitore e una formica di plastica (presa in un negozio di giocattoli) - Un fiore vivo e un fiore molto simile in plastica o in carta o in stoffa - Una foglia vera e una foglia simile in plastica o in carta o in stoffa - Una foglia verde, appena colta, e una foglia d'albero secca dello stesso albero - Un ciuffo d'erba appena colto e un ciuffo d'erba seccata - Un moscerino morto e uno finto - Un grillo vivo e uno di plastica - Un verme di terra vivo e uno di gomma o di plastica <p>Si veda <u>Guida delle attività (allegata in fondo)</u></p> <p><u>Per ogni gruppo di lavoro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Due lenti - Tre brocche - Acqua di rubinetto calda in un contenitore - 150 mg di sabbia - 15 mg di zucchero - Mezzo pacchetto di lievito - Una pastiglia di antiacido frizzante 	
*Obiettivi: (una breve lista dei punti che illustrino l'obiettivo generale dell'attività)	
Sviluppare una definizione operativa di vita. In altre parole una definizione che "funzioni"!	
*Conoscenza degli obiettivi: (specificare le competenze che devono venire acquisite dagli studenti, in funzione del modo in cui gli studenti dovranno dimostrare tale conoscenza)	
<ul style="list-style-type: none"> • Capire che non c'è ancora una definizione di cosa sia la vita, nessun test che da solo possa stabilire la presenza o l'assenza della vita e nemmeno una singola caratteristica che si possa applicare a tutti gli esseri viventi. • Mostrare che ci sono caratteristiche che la maggior parte degli organismi viventi condividono. • Individuare due utili caratteristiche per distinguere gli esseri viventi da quelli non viventi che sono: la capacità di riprodursi e la capacità di creare e perpetuare le variazioni genetiche nei discendenti. 	
*Verifica degli apprendimenti: (in che modo l'insegnante deduce il livello di conoscenza acquisita dallo studente, per arrivare a una valutazione dell'apprendimento e quindi del conseguimento degli obiettivi sopra elencati)	
I ragazzi useranno il <u>modulo riflettiamo (vedi Allegato 2 in fondo a questo documento)</u> come base per una discussione finale, come compito a casa o come valutazione di ciò che hanno imparato.	
<p>"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div data-bbox="148 2029 499 2145">  <p>INAF ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS</p> <p>Istituto Nazionale di Astrofisica</p> </div> <div data-bbox="632 2047 766 2145">  <p>TELESCOPIO NAZIONALE GALILEO</p> <p>Fondazione G. Galilei</p> </div> <div data-bbox="940 2047 1043 2145">  <p>a Way to Other Worlds</p> </div> <div data-bbox="1181 2036 1315 2145">  <p>Global Architecture of Planetary Systems</p> </div> </div>	

*Informazioni di background: **(informazioni che gli insegnanti leggono prima di iniziare l'attività)**

Solitamente pensiamo sia facile riconoscere un essere vivente da uno non vivente. Ma quando gli scienziati analizzano campioni di organismi piccolissimi o materiali fossili, l'impronta della vita, o di vita passata, non è così facile da riconoscere. Inoltre, organismi "dormienti" o con crescita molto lenta, appaiono come oggetti inanimati a meno che non li si osservi nelle giuste condizioni ambientali o su lunghi periodi di tempo. Sorprendentemente, non c'è ancora una definizione scientifica su cosa sia la vita. Non esiste un test preciso per stabilire la presenza o l'assenza della vita e non è stata identificata finora un'unica caratteristica che si possa applicare a tutti gli esseri viventi.



Tuttavia si può iniziare a dare una definizione di vita elencando le caratteristiche che la maggior parte delle creature condividono. Per esempio tutte le forme di vita terrestre:

- hanno una chimica basata sul carbonio;
- hanno una membrana, o una parete, che fa sì che esista un "ambiente interno" separato dall'ambiente esterno;
- usano l'energia per mantenere una certa condizione fisica al loro interno;
- necessitano di acqua liquida;
- sono in grado di estrarre energia dall'ambiente esterno;
- svolgono processi metabolici cioè trasformazioni tra materiali solidi e gassosi (per esempio consumo di materia allo stato grezzo e produzioni di rifiuti);
- mostrano qualche tipo di crescita o divisione cellulare o riproduzione o replicazione;
- sono in grado di evolversi e di adattarsi all'ambiente esterno.

Alcuni oggetti inanimati, come il fuoco, posseggono molte delle caratteristiche sopra descritte.

Alcuni organismi, i quali si possono definire viventi, ne posseggono solo poche. Alcune di queste caratteristiche sono più importanti di altre? Ci sono due caratteristiche particolarmente utili per distinguere gli esseri viventi dagli oggetti inanimati: la capacità di riprodursi e la capacità di produrre e ripetere una variazione genetica nei discendenti. Messa in un altro modo si può dire che la vita è un sistema chimico autoconsistente in grado di sottostare alle leggi dell'evoluzione darwiniana. Il concetto appena espresso è applicabile su larga scala e a lungo termine. La maggior parte delle funzioni elencate sopra sono invece applicabili su piccola scala e a breve termine. Infatti, la maggior parte dei test che gli scienziati progettano per rilevare la vita su altri pianeti sono volti a cercare i prodotti, detti bioprodotto, derivanti da queste funzioni a breve termine. Quindi, mentre il rilevare la vita dipende da molte caratteristiche immediatamente riconoscibili, la sua persistenza, in uno schema più generale, dipende dalla sua capacità di evolversi e di adattarsi ai mutamenti ambientali.

Poche delle caratteristiche elencate si prestano a veloci e singoli test, molte richiedono osservazioni multiple su periodi di tempo più lunghi. Alcune caratteristiche lasciano tracce dopo che l'organismo che le ha possedute muore. Infatti, uno dei metodi per cercare la vita è la ricerca della biofirma, cioè il marchio della vita su larga scala come l'ossigeno e il metano nell'atmosfera (questi gas reattivi sono solitamente presenti in quantità minori e/o addirittura rimossi se sulla superficie avvengono processi naturali, legati quindi alla presenza di vita).

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

Riassumendo:

- Non c'è ancora una definizione di cosa sia la vita, nessun test che da solo possa stabilire la presenza o l'assenza della vita e nemmeno una singola caratteristica che si possa applicare a tutti gli esseri viventi.
- Ci sono caratteristiche che la maggior parte degli organismi viventi condividono.
- Due utili caratteristiche per distinguere gli esseri viventi da quelli non viventi sono: la capacità di riprodursi e la capacità di creare e perpetuare le variazioni genetiche nei discendenti.

***Competenze: (le core practices per fare scienza e pensare in modo scientifico che gli studenti imparano da questa attività. Scegli quante ne vuoi)**

- Porre domande
- Sviluppare e utilizzare modelli
- Pianificare ed eseguire ricerche/indagini
- Analizzare e interpretare i dati
- Costruire spiegazioni valide
- Coinvolgere nell'argomento partendo dall'evidenza

***Tipo di attività da imparare: (scegli un solo tipo)**

Metodo *Partial enquiry*

***Breve riassunto: (una descrizione breve di un paragrafo dell'attività)**

Questa attività è la prima di una serie di quattro attività. Essa dà un'occhiata da vicino a ciò che caratterizza la vita e pone le basi per le attività successive quali: l'analisi degli elementi di cui la vita necessita, quali sono i limiti fisici che essa può tollerare e dove la si può trovare nel Sistema Solare.

***Descrizione completa dell'attività: (i passi dettagliati dell'attività)**

PASSO 1

Prendere visione, procurarsi e/o stampare il materiale necessario.

Distribuire la guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento) ad ogni gruppo. Distribuire una lente di ingrandimento e una coppia di oggetti a ogni studente o gruppi di studenti. I ragazzi dovranno esaminare gli oggetti e creare una propria lista di caratteristiche - quelle che vengono in mente a una prima analisi - associate alla vita.

Cos'è che ci dice se qualcosa è vivo?

Dopo qualche minuto i ragazzi devono mettere da parte la prima coppia di oggetti ed esaminarne una seconda. Si deve fare riferimento ai punti 1 e 2 della guida. Con la seconda coppia i ragazzi riconosceranno immediatamente l'oggetto vivo da quello inanimato, ciò che importa in questo primo esperimento è l'analizzare il processo attraverso il quale si arriva alle conclusioni.

Gli oggetti possono essere:

- Una formica viva in un contenitore e una formica di plastica (presa in un negozio di giocattoli)
- Un fiore vivo e un fiore molto simile in plastica o carta o stoffa
- Una foglia vera e una foglia simile in plastica o carta o stoffa
- Una foglia verde, appena colta, e una foglia d'albero secca dello stesso albero
- Un ciuffo d'erba appena colto e un ciuffo d'erba seccato

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

- Un moscerino morto e uno finto
- Un grillo vivo e uno di plastica
- Un verme di terra vivo e uno di gomma o plastica.

PASSO 2

I gruppi devono ora sviluppare una serie di caratteristiche comuni che possono essere usate per identificare un essere vivente.

Questo passo fa riferimento al punto 3 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento).

Nel passo 2, 4 e 11, la classe crea una definizione operativa di vita.

Tuttavia per evitare di fare troppe ripetizioni, i ragazzi procederanno da soli dal passo 2 al 4.

Dal passo 11 invece tutti i gruppi potranno raffinare le loro idee insieme.

PASSO 3

Si gioca!

Per testare le proprie definizioni operative di vita i ragazzi possono fare il seguente gioco che chiamiamo "20 Domande": ogni gruppo deve pensare ad un oggetto vivente o no, senza dirlo al resto della classe. Gli altri dovranno indovinare se l'oggetto pensato dal gruppo di turno è vivente o no ponendo domande del tipo "a cosa assomiglia", "cosa fa", "cosa usa", "cosa produce", create da loro in base alle proprie definizioni di vita precedentemente elaborate.

La cosa migliore è usare oggetti "ambigui". Per esempio un ghiacciolo di montagna si adatta bene al gioco perché mostra molti degli attributi comunemente associati agli esseri viventi. Infatti esso cresce, ha bisogno di acqua, ha una struttura interna complessa fatta di cristalli di ghiaccio, si divide in due quando si rompe ecc.

Anche il fuoco è un buon esempio: si "nutre" di carburante e ossigeno, produce energia (luce e calore), cresce, si espande nel territorio, si muove, si riproduce.

Allora, gli scienziati come giustificano il fatto che il fuoco e i ghiaccioli di montagna non sono vivi?

Essi non hanno membrane o pareti cellulari, non usano l'energia per mantenere un preciso stato fisico interno e non possiedono tratti genetici ereditabili che possono essere trasmessi. Quindi ad essi, pur corrispondendo una definizione limitata di vita, non corrispondono alcuni dei criteri fondamentali elencati nella lettura di base.

NOTA: Le domande vanno poste il più correttamente possibile. Il punto chiave è identificare le caratteristiche fondamentali per la vita. Altri oggetti ambigui e misteriosi per giocare possono essere i muli (sono sterili), le nuvole, la luce, i torrenti, i cristalli, la televisione, i virus e le automobili. Si raccomanda di tenere in serbo gli esempi per far giocare i ragazzi.

PASSO 4

Dopo che ogni gruppo ha sfidato la classe con il proprio oggetto misterioso, deve rispondere alle domande dalla 4 alla 6 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento) e creare una nuova lista di caratteristiche fondamentali per la vita. La differenza rispetto alla prima lista del punto 1 è che in questa non ci devono essere eccezioni! Per esempio la caratteristica "si muove indipendentemente" non può essere inclusa. Si provi infatti a dire quanti sono gli alberi che si muovono indipendentemente? Quindi questa non è una caratteristica fondamentale.

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

Se si decide di fare il tutto in 2 giorni questo passo può anche essere iniziato in classe e completato come compito a casa.

PASSO 5

Formare dei nuovi gruppi e a ognuno distribuire tre brocche come nella tabella sottostante senza dire ai ragazzi cosa vi è dentro:

Brocca	Sabbia	Zucchero	Altro
1	50 mg (3 cucchiaini da tavola)	1 mg (1 cucchiaino da tè)	
2	50 mg	1 mg	5 mg di lievito (1 cucchiaino da tè pieno)
3	150 mg	1 mg	1 pastiglia di antiacido frizzante schiacciata

PASSO 6

I ragazzi dovranno osservare tutti e tre i campioni e scrivere le loro osservazioni rispondendo alla domanda 7 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento).

I ragazzi dovrebbero essere incoraggiati a estrarre del materiale dalle brocche e a osservarlo con la lente.

I nostri sensi sono limitati per poter rilevare la vita microscopica. Tuttavia possiamo osservare i mutamenti che ci aiutano a capire cos'è contenuto in un campione.

PASSO 7

Consegnare a ogni gruppo una tazza di acqua di rubinetto calda (50-55 °C). I ragazzi dovranno versare l'acqua nelle brocche in modo da coprire il loro contenuto e poi registrare le loro osservazioni in base alla domanda 8 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento)

Dovranno osservare e prendere nota delle differenze causate dall'aggiunta dell'acqua.

La brocca 1 non mostrerà alcuna attività, la 2 inizierà a mostrarne dopo circa 5 minuti, la 3 inizierà immediatamente a frizzare vigorosamente.

PASSO 8

I gruppi a questo punto devono cercare segni di vita. Devono usare la loro lista di caratteristiche fondamentali per determinare se c'è qualcosa di vivo in ognuna delle brocche. Devono poi trarre delle conclusioni e ragionarci con l'aiuto delle domande 9 e 10 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento).

PASSO 9

Riunire la classe, raccogliere le conclusioni di ogni gruppo e scriverle in un unico cartellone.

PASSO 10

A questo punto si danno spiegazioni sul contenuto delle brocche. Si chiede quindi ai ragazzi come distinguere i mutamenti chimici di oggetti inanimati dai mutamenti chimici di esseri viventi.

Cosa fa il lievito che l'antiacido frizzante non può fare?

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

La classe può continuare a far crescere il lievito e osservare la reazione chimica che prosegue per alcuni giorni. Se possibile possono anche usare un microscopio per osservare la sua struttura interna e la divisione cellulare.

Collegamento con il programma scolastico: **(è richiesto di indicare se l'attività si applica a uno specifico paese)**

Questa attività può venire sviluppata da studenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado (12-16 anni).

Ulteriori informazioni: **(legate all'attività)**

Fonte: Manuale di Astrobiologia – La vita sulla Terra ... e da qualche altra parte?
<http://archive.oapd.inaf.it/othersites/altrimondi/manuale/manuale.html>

***Conclusioni: (riassunto dell'attività e di quello che è stato appreso dagli studenti)**

Dopo il **PASSO 10**, la classe ha una definizione operativa della vita, ha elencato una serie di caratteristiche fondamentali e ne ha discusso.

Si conclude con la domanda 11 della guida all'attività (vedi Allegato 1 in fondo a questo documento).

Mettere alla prova le loro convinzioni chiedendo:

1. Quali criteri sono stati più importanti nell'aiutarvi a trarre le vostre conclusioni?
2. Quali conclusioni avete tratto circa il rapido frizzare della brocca n° 3?
3. Quali altri tipi di test potrebbero fornire ulteriori informazioni?
4. Il fatto che non ci sia alcun mutamento significa che il campione non contiene niente di vivo?

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

Allegato 1 - Guida all'attività: cos'è la vita?



Capitolo 1°

Nome _____

Data _____

1. Prendi la coppia di oggetti che ti consegna l'insegnante. Esaminali e crea un elenco di caratteristiche associate alla vita. Cos'è che ti dice se qualcosa è vivo?
2. Ripeti il passo 1 con un'altra coppia di oggetti.
3. Trova con il tuo gruppo un insieme di caratteristiche che possono essere usate per identificare la vita.
4. Dopo il gioco "20 Domande" scrivere un esempio di domanda attentamente e correttamente posta che ti ha aiutato a identificare le caratteristiche fondamentali per la vita.
5. Sempre dopo il gioco scrivi un esempio di una domanda posta non correttamente e non esauriente che ti ha portato ad ottenere una risposta equivoca e che non ti ha aiutato a identificare le caratteristiche fondamentali per la vita.
6. Sulla base dei punti 4 e 5 trova nuovamente un insieme di caratteristiche fondamentali che possono essere usate per identificare la vita. Questo compito è simile ma non uguale a quello svolto nella domanda 3, perché ora hai pensato molto di più sull'argomento e la tua lista potrebbe essere molto diversa.
7. Prendi le tre brocche contenenti i campioni misteriosi che ti ha consegnato l'insegnante. Descrivi e confronta i contenuti delle tre brocche. Se l'insegnante ti consegnasse una piccola quantità di materiale presa da una delle brocche, sapresti dire a quale delle tre appartiene?
8. Descrivi e confronta i campioni dopo l'aggiunta dell'acqua.
9. Usa la tua lista di caratteristiche fondamentali per determinare se all'interno delle brocche c'è qualcosa di vivo o no. Scrivi le tue conclusioni e riflettici.
10. Quale dei criteri usati è stato determinante nell'aiutarti a trarre le tue conclusioni?
11. In un foglio bianco scrivi la definizione operativa di vita a cui sei giunto con la tua classe o con i gruppi che hanno partecipato.

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

Allegato 2 - Riflettiamo: cos'è la vita?



Capitolo 1

Nome _____

Data _____

1. Perché è difficile definire la vita?
2. Nel confronto delle coppie di oggetti, quali delle caratteristiche ti sono state più utili nel distinguere l'oggetto reale da quello finto o l'essere vivente da quello morto?
3. Nel gioco "20 domande", quale è stato l'oggetto o l'organismo più misterioso ed intrigante? Cos'è che ha reso così difficile determinare se esso fosse un essere vivente o no?
4. Dal momento che i nostri sensi sono limitati nel determinare cosa è contenuto in ciascuna delle brocche dell'esperimento, quali sono gli altri metodi che possiamo usare per dedurre il loro contenuto?
5. Cosa diresti ad una persona per aiutarla a distinguere una reazione chimica non biologica da una associata invece alla vita?
6. Descrivi altri test che si potrebbero fare per avere ulteriori informazioni e aiutarti a decidere se nella brocca sia contenuto qualcosa di vivo o no?
7. Nessun mutamento nel contenuto della brocca significa che in essa non vi è contenuto nulla di vivo? Sviluppa questo punto.

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).