

Michel Mayor siempre lleva un billete de 20 francos suizos de 2017 en su bolsillo. El billete tiene colores rojizos, un prisma dispersando la luz, unas constelaciones alrededor de una esfera terrestre, un mapa estelar y una lista de objetos astronómicos que incluye a la Luna, planetas del Sistema Solar, las estrellas más cercanas... Michel Mayor apunta con el dedo, casi igual de orgulloso por su buena vista a corta distancia a pesar de su edad como por haber descubierto un exoplaneta a su alrededor: "Look: Proxima Centauri, Sirius, 61 Cygni A... and 51 Pegasi! It is in the banknotes of my country". Durante la conversación, Michel enfatiza la nomenclatura de Flamsteed para la estrella: "cinquante-et-un Pegasi" — No Helvéticos, no HD 217014, no GJ 882. Y de su exoplaneta: "cinquante-et-un Pegasi b" — No Dimidium, no Bellorophon. Con b minúscula. Pero 51 Peg b, su exoplaneta, no es un exoplaneta cualquiera. Fue el primero.



José A. Caballero  
Centro de Astrobiología  
[caballero@cab.inta-csic.es](mailto:caballero@cab.inta-csic.es)

Caen las primeras hojas de los árboles en otoño de 1995. Algunos empezamos el primer curso de Física en la universidad. Otros preparan sus charlas para un congreso en Florencia, el "Cool Stars 9" — El primer *Cambridge Workshops on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun* fuera de Estados Unidos. En la ciudad toscana, cerca de la cúpula de Brunelleschi y el David de Michelangelo, Rafa Rebolo va a presentar el descubrimiento de Teide 1 en las Pléyades, la primera enana marrón, y Tadashi Nakajima el de Gliese 229 B, la segunda enana marrón y primera enana de tipo espectral T. Sin duda, ambos van a generar expectación. Pero Michel Mayor y su estudiante de tesis doctoral, Didier Queloz, que han estado trabajando casi en secreto con datos del espectrógrafo ELODIE en el reflector de 1.93 m del Observatoire de Haute-Provence, van a hacer un anuncio aún más importante y que abrirá una nueva rama de la ciencia: la exoplanetología.

Antes del anuncio de 51 Peg b, el "primer exoplaneta alrededor de una estrella como el Sol" en palabras de la Real Academia de las Ciencias Suecia que nombra los Premios Nobel, habían venido los de candidatos a exoplaneta alrededor de 70 Ophiuchi en el s. XIX, 61 Cygni A y Lalande 21185 en los 40s, Barnard en los 50s y 60s y PSR 1829-10 en 1991, todos ellos falsos. Los casos de  $\gamma$  Cephei b, un candidato a exoplaneta descubierto en 1988 y confirmado en 2003, y HD 114762 B, un candidato a enana marrón anunciado en 1989 que aún aparece como candidato a exoplaneta en varios catálogos pero que en realidad es una estrella de muy baja masa, merecen atención aparte. Y los objetos de masa planetaria alrededor del púlsar PSR 1257+12 anunciados por Alexander Wolszczan y Dale Frail en 1992, que sobrevivieron o se formaron tras una explosión de supernova, aún siguen siendo tremendamente exóticos. Con tanto candidato a exoplaneta sin confirmar, hace justo 30 años 51 Peg b podría tener comprometida su credibilidad por la comunidad astronómica.

La presentación de 51 Peg b por Michel y Didier en Florencia el 6 de octubre de 1995 generó tanta atención como se esperaba. Pero cuando el exoplaneta se publicó en la revista *Nature* el 23 de noviembre de 1995, la atención de los medios, el público general y, por supuesto, los astrofísicos que no estuvieron en Florencia fue incluso mayor. Al principio,



hubo una mezcla de emociones: alegría, sorpresa, incredulidad e incluso un poco de envidia. Al cabo de unas semanas, el grupo estadounidense liderado por Geoff Marcy y Paul Butler, que ya tenía docenas de medidas de velocidad radial de 51 Peg con una precisión similar a la de Mayor y Queloz, había confirmado la presencia de una oscilación compatible con la de un exoplaneta de aproximadamente la mitad de la masa de Júpiter y el periodo orbital anunciado por los suizos. Y he aquí el *quid* de la cuestión: el periodo orbital, el “año”, de 51 Peg b es de sólo unos 4.2 días. ¿Cómo un planeta gaseoso podía encontrarse tan cerca de una estrella casi idéntica al Sol? ¿Y a

quién se le iba a ocurrir buscar periodos tan cortos en un periodograma de la curva de velocidad radial? Pues se le puede ocurrir a un loco o a alguien que sabe muy bien lo que hace.

Al cabo de unos meses, 70 Virginis b, 47 Ursa Majoris b y 55 Cancri b se unieron a la lista de candidatos a exoplanetas con periodos orbitales de unos pocos días y masas mínimas del orden de la masa de Júpiter. Pero la comunidad astrofísica tardó en creerse la verdadera naturaleza de estos “júpiteres calientes” (*hot Jupiters*). Al poco de los anuncios, un grupo canadiense propuso que las variaciones medidas en la velocidad radial, de unos pocos metros por segundo, eran el efecto de un grupo de manchas solares. Sin embargo, aunque la actividad magnética y el efecto de manchas son en la actualidad tenidas en cuenta en cualquier análisis de velocidad radial, la estrella 51 Peg tiene un periodo de rotación de unos



Michel Mayor y su sanchopanza, José A. Caballero, durante la primera reunión bienal del Instituto Europeo de Astrobiología, en La Palma.

22 días, mucho más largo que los 4.2 días de la señal del exoplaneta. Se propusieron entonces armónicos y “alias” del periodo de rotación estelar, pero los números no ajustaban. Después se echó mano de oscilaciones estelares, pero ningún modelo teórico u observación apoyaban el periodo y la amplitud de la señal en estrellas casi idénticas al Sol. Se siguió argumentando que las órbitas de los compañeros estaban muy inclinadas, que su masa real era mucho mayor que su masa mínima y que lo que se veía eran binarias espectroscópicas monolínea. Pero, por simple estadística (y, después, astrometría), el seno del ángulo de inclinación no podía confabularse contra los observadores en todos los casos... Durante meses e incluso años, se siguieron proponiendo teorías alternativas y contrateorías, pero también se iban descubriendo más y más exoplanetas, de distintas masas, a distintas separaciones orbitales, alrededor de estrellas de distintos tipos espectrales. Sin embargo, aunque nos creyésemos la explicación de las señales de velocidad radial por exoplanetas jovianos, que necesitan una gran cantidad de hielo

de agua para acrecer, su existencia era un absoluto desafío para los mecanismos de formación de “júpiteres calientes” en discos protoplanetarios. Pero ese desafío y, consecuentemente, todas las dudas sobre la existencia de exoplanetas se desvanecieron gracias a la teoría de la migración.

La teoría de la migración, por la que un planeta en órbita de una estrella interactúa con el gas y los planetesimales del disco durante los primeros millones de años de formación, no era nueva: ya la habían propuesto varios grupos a finales de los 70s y desarrollado durante los 80s. Sin embargo, nunca se había visto en acción. Así que la teoría de la migración se desempolvó, se continuó desarrollando con resonancias, ondas espirales de densidad, intercambios de momento angular, eyecciones de exoplanetas, fricciones dinámicas, mareas, viscosidades de los discos y ciclos de Kozai-Lidov, y ya no quedó ningún astrofísico que dudara de la existencia de 51 Peg b (bueno, todavía queda alguno por ahí que sigue dudando, incluso de los exoplanetas transitantes).



Michel Mayor y Didier Queloz de tapas con el autor por Madrid antes de visitar la Real Academia de Ciencias (septiembre 2021).



51 Pegasi b,  
JPL Travel Poster.

Tras ELODIE en el Observatoire de Haute-Provence vinieron HARPS en La Silla, HIRES en Hawai'i, HARPS-N en La Palma, CARMENES en Calar Alto o ESPRESSO en Paranal con el método de velocidad radial. Después vinieron los exoplanetas transitantes: HD 209458 b, TrES-1 con STARE en el Teide, Super-WASP, CoRoT, *Kepler*, TESS y CHEOPS. *Hubble*, *James Webb* y hasta ALMA se unieron a la fiesta. Y después vendrán PLATO, Ariel, Habitable Worlds Observatory y Large Interferometer For Exoplanets desde el espacio, y ANDES y toda la "suite" instrumental del ELT desde tierra.

Durante estas tres décadas desde 1995 se han descubierto más de 7000 exoplanetas y candidatos a exoplanetas (¡cuidado!, varios miles de ellos están como mucho validados, nunca se han confirmado y, por tanto, siguen siendo candidatos a exoplanetas).

Con PLATO pasaremos de largo de los 10000.

Las aventuras y desventuras de Michel Mayor cuando el 8 de octubre de 2019, justo 24 años y dos días después de la presentación de 51 Peg b en Florencia, se anunciaron los nombres de los recipientes del Premio Nobel de Física 2019 y de lo que aconteció después ya lo contó este autor (Caballero, 2019, *Boletín de Invierno de la SEA*). Y exactamente 30 años después, entre el 6 y el 10 de octubre de 2025, en el Observatoire de Haute-Provence, donde comenzó todo, se organizará la conferencia "51 Pegasi b: Cool giant planets and their systems". Dentro de varias décadas, quizá también en octubre, volverá a haber otro Premio Nobel: a los que lideren la primera detección robusta, creíble y sin ningún género de dudas de biomarcadores en un exoplaneta habitable.