

# La potencia r del Sal

---

## Y COMO MEDIRLA

---

UN PROYECTO DE "IAU-100 AÑOS BAJO DEL MISMO CIELO"

Rosa M.Ros  
Beatriz García  
Alexandre Costa



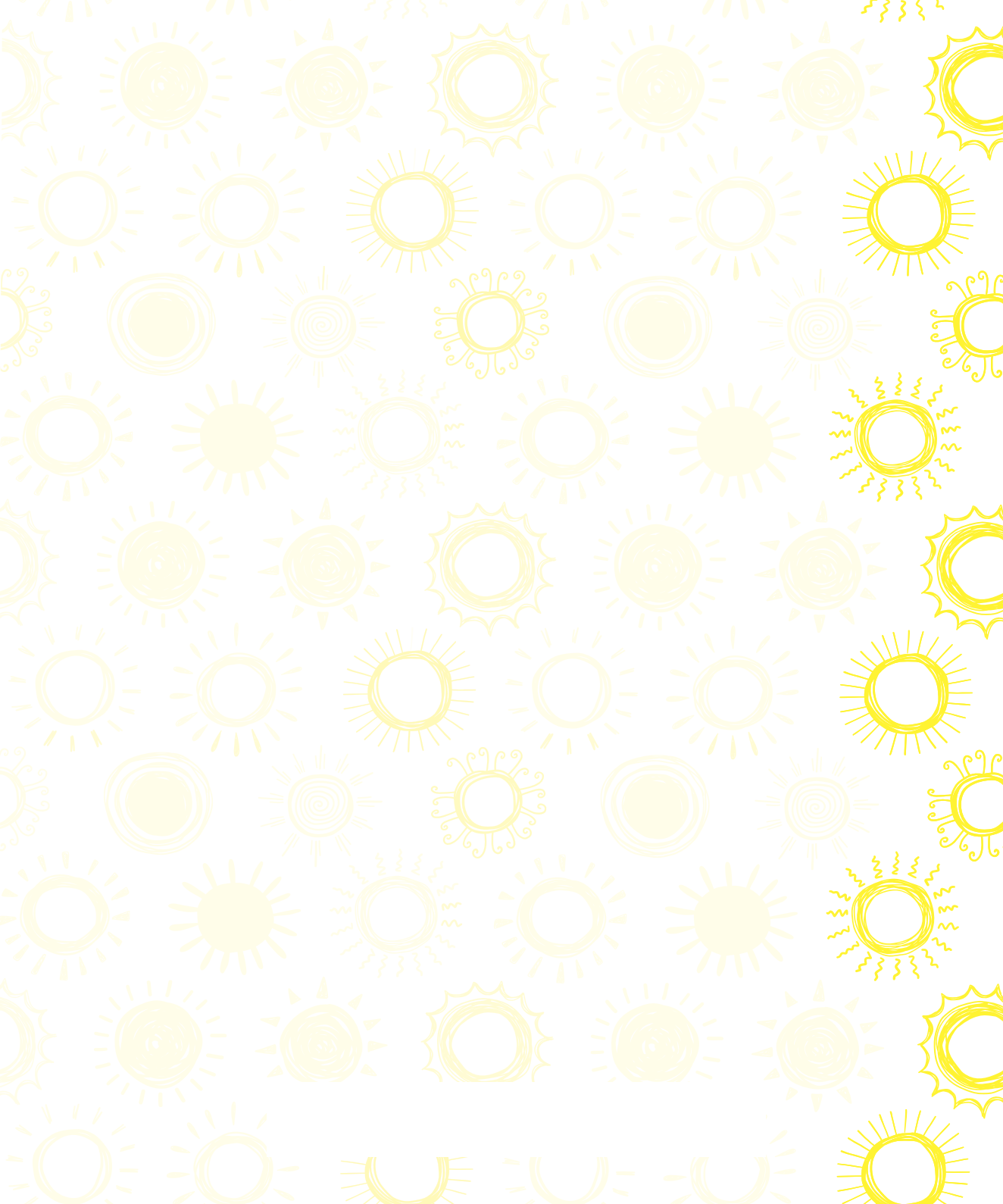
Ajuntament d'Alcoi



Créditos:  
Autores: Rosa M Ros,  
Beatriz García,  
Alexandre Costa

Editorial: RALbedo Fulldome S.L. Barcelona, España, 2020  
ISBN: 978-84-15771-75-3





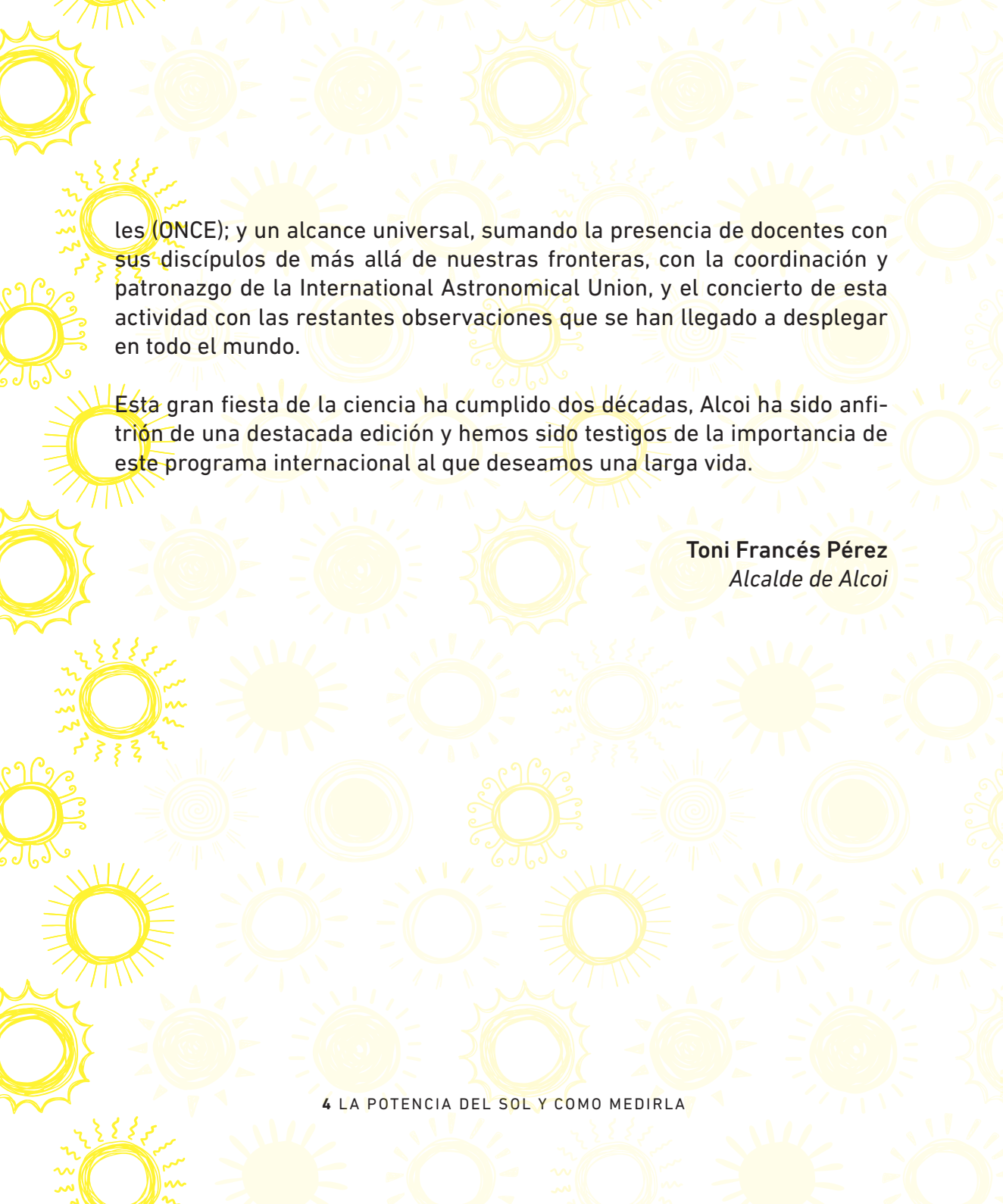


## 2 LA POTENCIA DEL SOL Y COMO MEDIRLA

La ciudad de Alcoi ha tenido el privilegio de convertirse en el escenario en el que 'Ciencia en Acción' ha cumplido 20 años. Una edición que, celebrada a principios del mes de octubre de 2019, atrajo hasta nuestra ciudad a participantes de nueve países como son Andorra, Argentina, Estados Unidos, Grecia, Italia, Portugal, Rumania, Túnez y, claro está, España, que disfrutaron no sólo nutriéndose a sí mismos de conocimientos en astronomía sino extendiéndolos también a quienes les visitaban mediante el desarrollo del proyecto 'La potencia del Sol', auspiciado por la International Astronomical Union, el cual se llevó a cabo, con formatos diversos, sobre cuatro enclaves ubicados en calles, plazas y parques de Alcoi.

El Ayuntamiento de Alcoi tuvo el privilegio de poder coorganizar y difundir los trabajos en torno a la referida actividad científica de 'La potencia del Sol', propuesta por Network Astronomy for School Education dentro del proyecto '100 Years Under One Sky', ambos encuadrados en la International Astronomical Union y conjuntamente con importantes programas de actuación como 'Youth Mobile de Barcelona (YoMo)' y 'Ciencia en Acción', así como con relevantes entidades como la European Association for Astronomy Education, el propio Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el CONICET de Argentina, la Cité des Sciences de Túnez, ESSTI de Etiopia, NARIT de Tailandia y el Planetario de Beijing. Todos ellos han ayudado a difundir el proyecto de la 'La potencia del Sol' por todo el mundo desde Alcoi.

Para los alcoyanos ha sido un honor acoger esta actividad por su triple alcance: un alcance local, con la decidida participación activa de docentes y estudiantes de distintas edades procedentes de una decena de centros educativos de nuestra ciudad, así como de vecinos de nuestro municipio; un alcance inclusivo, dada su apertura explícita a personas con diversidad funcional gracias al apoyo de la Organización Nacional de Ciegos Español-



les (ONCE); y un alcance universal, sumando la presencia de docentes con sus discípulos de más allá de nuestras fronteras, con la coordinación y patronazgo de la International Astronomical Union, y el concierto de esta actividad con las restantes observaciones que se han llegado a desplegar en todo el mundo.

Esta gran fiesta de la ciencia ha cumplido dos décadas, Alcoi ha sido anfitrión de una destacada edición y hemos sido testigos de la importancia de este programa internacional al que deseamos una larga vida.

**Toni Francés Pérez**  
*Alcalde de Alcoi*

Durante el año 2019 he tenido el placer de coordinar las actividades globales que celebran el centenario de la Unión Astronómica Internacional. A medida que llegamos al final de la iniciativa es momento de reflexionar en lo conseguido y en las diferentes acciones llevadas a cabo alrededor del mundo. Aunque es importante valorar aspectos como el gran número de actividades realizadas, alrededor de 5000 eventos en 140 países, o los millones de personas que han participado activamente en ellas, lo verdaderamente importante es ver más allá de estos números. El verdadero legado de estas iniciativas globales es prender una chispa que haga que las actividades se sigan perpetuando en el tiempo y que sean las más inclusivas posibles, haciendo que cualquiera persona pueda ser participe de ellas sin barreras.

En este sentido las acciones que lleva realizando NASE por más de una década y, en particular, la campaña global “El Poder del Sol” son el perfecto ejemplo de este tipo de iniciativas que usan el importante papel de la astronomía para fomentar la educación, la inclusión o el desarrollo.

Por eso es importante reconocer el esfuerzo y felicitar a los organizadores por el compromiso realizado y por adherir la actividad a las celebraciones del centenario de la Unión Astronómica Internacional. Estoy seguro que acciones como esta han tenido un gran impacto en sus participantes y servirán como ejemplo para inspirar a otras personas a realizar actividades inclusivas que, como indicado en el lema del centenario, nos sigan uniendo en el futuro bajo el mismo cielo.

**Jorge Rivero González**

*Coordinador de las celebraciones del Centenario  
de la UAI Unión Astronómica Internacional*



6 LA POTENCIA DEL SOL Y COMO MEDIRLA



## Introducción

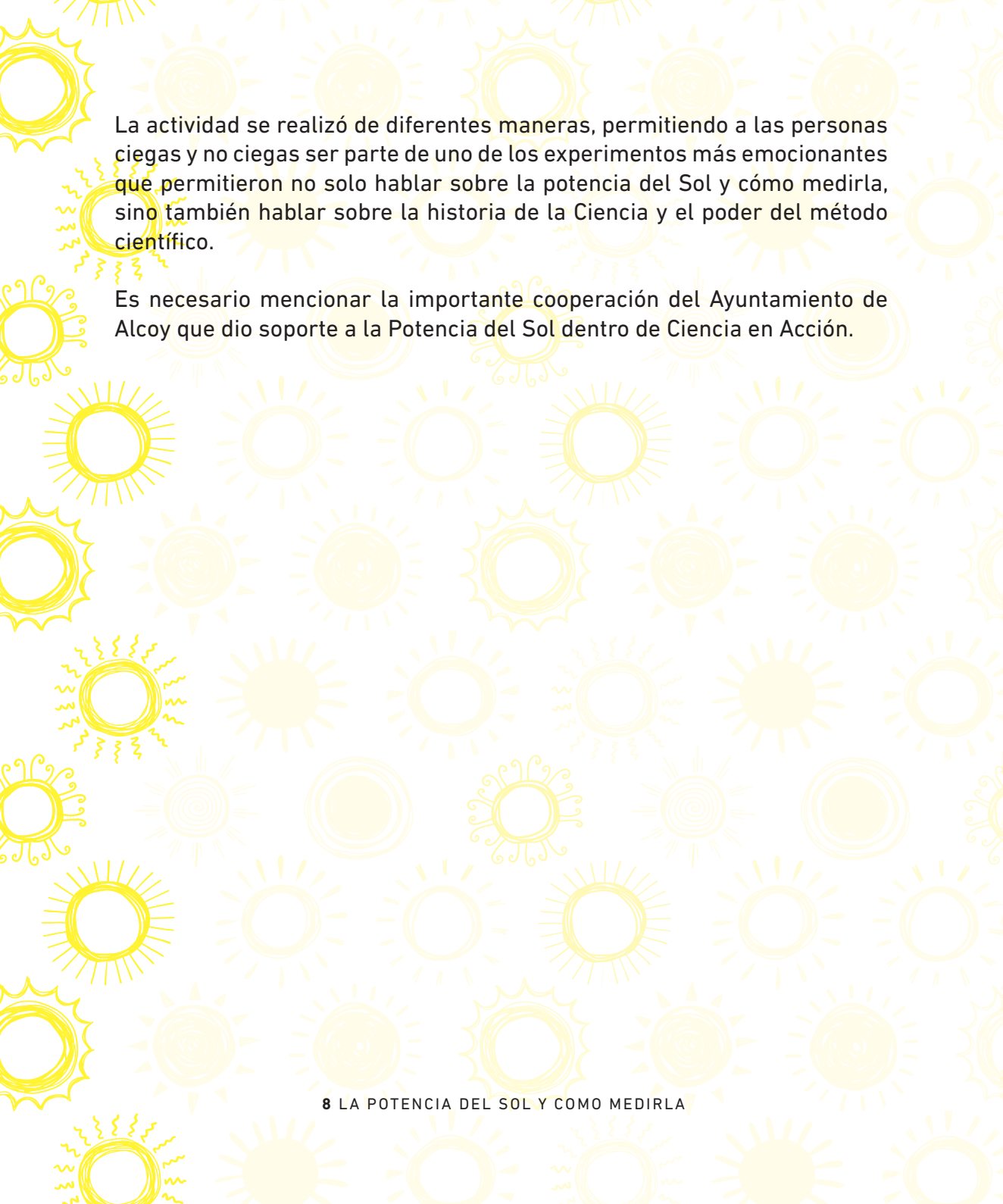
La Potencia del Sol es un proyecto nació como parte de los años “IAU-100 Under One Sky”. Fue una propuesta abierta a todos los maestros que participaron en uno de los más de 150 cursos organizados por NASE (Network for Astronomy Education) durante los 10 años desde la formación de NASE.

Al mismo tiempo, otro proyecto para docentes muy conocido en países de habla hispana como Ciencia en Acción celebró el 20 aniversario. En esta ocasión, este programa quiso celebrar una “Gran Experiencia” especial y la “Potencia del Sol” fue una buena propuesta. Se organizó un evento final del proyecto “Potencia del Sol” que se realizó el primer fin de semana de octubre de 2019, en la ciudad de Alcoy, donde tenía lugar la XX edición de Ciencia en Acción. Este certamen se organizó en cooperación con el Municipio de Alcoy, la FECYT, Fundación para la Ciencia y la tecnología del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Para invitar a varios países que participaran en la “Potencia del Sol”, Ciencia en Acción solicitó la cooperación de YOMO (Youth Mobile Festival de Barcelona), que apoyó a diez equipos de profesores y estudiantes de diez países. Finalmente por problemas de visado el equipo de Irán tuvo que participar on-line, y solo hubo nueve países en Alcoy.



*Foto de grupo de los estudiantes y profesores que participaron en el evento final de la Potencia del Sol*

The background of the page is a repeating pattern of various yellow sun icons. These icons include simple circles with radiating lines, circles with wavy rays, and circles with spiral patterns. The pattern is dense and covers the entire page.

La actividad se realizó de diferentes maneras, permitiendo a las personas ciegas y no ciegas ser parte de uno de los experimentos más emocionantes que permitieron no solo hablar sobre la potencia del Sol y cómo medirla, sino también hablar sobre la historia de la Ciencia y el poder del método científico.

Es necesario mencionar la importante cooperación del Ayuntamiento de Alcoy que dio soporte a la Potencia del Sol dentro de Ciencia en Acción.

## 1. Potencia del Sol: Campaña de NASE dentro de IAU-100 años

En 2019, la Unión Astronómica Internacional celebró el primer centenario. Como en otras ocasiones especiales, NASE (Network for Astronomy School Education) organizó a nivel mundial un experimento especial que involucra a los países que forman parte de este Grupo de Trabajo de IAU. En 2018, el proyecto reprodujo la detección de infrarrojos con el mismo método utilizado por William Herschel en 1800 (ver sitio web), en 2019 NASE propuso calcular la potencia del Sol usando el fotómetro Bunsen, creado en el siglo XIX, fácil de hacer con estudiantes de secundaria en todo el planeta.

El método de Bunsen utiliza dos fuentes de luz separadas por una distancia conocida y un trozo de papel con una mancha de aceite entre ellas; el papel se mueve entre las fuentes y cuando la iluminación en cada lado del papel sea la misma, el punto “desaparecerá”. Este método puede extenderse para determinar la potencia de una fuente de luz desconocida, por ejemplo, el Sol, reemplazando una de las fuentes de nuestra estrella: el papel estará iluminado por dos fuentes, una será una bombilla de una potencia conocida (por ejemplo 100 vatios o más) y la otra cara del papel, recibirán la iluminación del Sol.

Este proyecto, muy fácil de replicar, no exige una configuración complicada y puede realizarse en todos los países con un mínimo de recursos económicos. Los países involucrados o no en NASE fueron invitados para repetir el experimento durante medio año, entre los equinoccios, del 21 de marzo al 23 de septiembre.

En general, los maestros y profesores realizaron el experimento con los estudiantes, en otros casos, los estudiantes con el apoyo de sus maestros e instituciones locales participaron en un festival local para invitar a los habitantes de su ciudad a participar de la experiencia.

Las medidas fueron enviadas a NASE. Un par de hojas de informes se pueden ver en las tablas 1 y 2.



### The power of the Sun and how to measure it

#### ACTIVITIES TO MAKE AND SEND

Perform the Experience 1 (with oil spot), the Experience 2 (with face cheek) or both, obtain the value for the Sun Power and record the results of each Experience in the following Results Table:

Table of Solar Power experiments results

Teacher's name	Jose Manuel Escobedo (Alexandria Johnson)			
School, Country	North Davis Prep Academy USA (Lington, UT)			
Day and hour	14 Sep 2019 14:20:00 29.4°C 1.726 m in elevation			
Type of Measurement	Patron	Results		
Experiment 1: Oil spot	Type of bulb Solt white halogen	Indicated power (W) 100 W	Distance bulb-paper (m) .076	Calculated Solar Power (W) $3.9 \times 10^{26}$
	Type of bulb Solt white halogen	Indicated power (W) 100 W	Distance bulb-cheek (m) .076	Calculated Solar Power (W) $3.9 \times 10^{26}$
Experiment 2: Cheek of the face	Type of bulb Solt white halogen	Indicated power (W) 100 W	Distance bulb-cheek (m) .076	Calculated Solar Power (W) $3.9 \times 10^{26}$

participante 1  
participante 2



### Comment mesurer la puissance du Soleil ?

#### ACTIVITÉS À REALISER ET À ENVOYER

Réaliser soit la première expérience (avec la tâche d'huile), soit la deuxième expérience (avec la joue du visage) ou bien les deux, ensuite calculer la valeur de la puissance du Soleil et enregistrer les résultats de chaque expérience dans le tableau des résultats suivant

Tableau des résultats des expériences

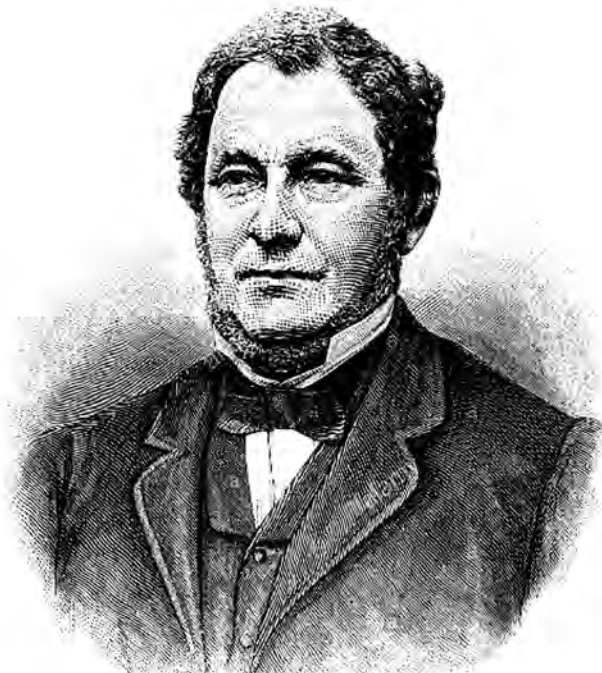
Nom de l'enseignant	Imen Titouhi, Sarra Snoussi, Hichem Ben Yahia			
Lycée, Pays	Cité des sciences à Tunis		Tunisia	
Jour et Heure	20 juin 2019		12h00	
Types de mesures	Plan		Résultats	
Expérience 1 la tâche d'huile	Type de lampe	Puissance indiquée (W)	Distance Papier-lampe (m)	La puissance solaire (w)
	Lampe à incandescence	75	$6.5 \cdot 10^{-2}$	$3.99 \cdot 10^{26}$
Expérience 2 La joue du visage	Type de lampe	Puissance indiquée (W)	Distance joue-lampe(m)	La puissance solaire (w)
	Lampe à incandescence	75	$9 \cdot 10^{-2}$	$2.08 \cdot 10^{26}$

Tabla 1: Hoja de medición de Cité des Sciences en Tunes (izquierda)

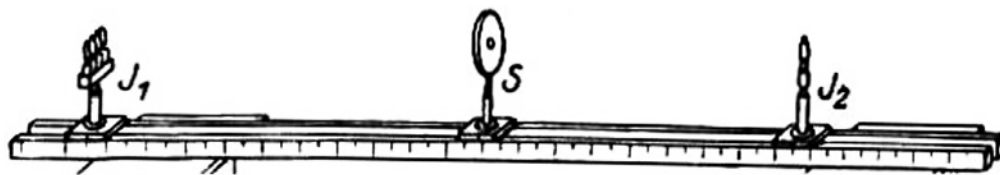
Tabla 2: Hojas del North Davis Preparatory Academy en USA

## 2. El Método

Para medir la potencia de una estrella, los astrónomos usan un fotómetro, un instrumento que mide la cantidad de luz en una ubicación determinada y esto permite medir la cantidad de energía por unidad de tiempo (la potencia) y la unidad de superficie que llega de una fuente desconocida para compararla con una fuente calibrada estándar.



*Robert Wilhelm Bunsen (fuente foto de Alamy)*



*Diseño simple para el fotómetro de Bunsen.*

Históricamente, hay varios fotómetros propuestos para comparar fuentes de luz. En este libro, la atención se centra en Robert Bunsen, químico y físico alemán del siglo XIX. Él construyó muchos de los dispositivos que necesitaba en sus experimentos. Quizás lo más conocido es el encendedor que lleva su nombre, pero también inventó el fotómetro de manchas de aceite.

El fotómetro inventado por Robert Bunsen compara la intensidad de dos fuentes de luz, una que era conocida y otra que no. Para hacerlo, simplemente colocó ambas fuentes en los extremos de una cinta métrica. Se coloca un papel blanco normal con una pequeña gota de aceite entre las fuentes. En el área manchada, el papel se vuelve semitransparente. Al mover el papel entre las dos fuentes de luz, llega un momento en que la mancha apenas es visible. En esta posición, el flujo que llega por unidad de área que llega a ambos lados del papel es igual.

### 3. El Experimento

Como el flujo luminoso que sale de una bombilla se distribuye radialmente entre la superficie de una esfera de radio  $d$  y área  $= 4 \pi d^2$ , cuanto más lejos, menor es la iluminancia. Si ambas fuentes son bombillas del mismo tipo, la cantidad de lúmenes que salen por vatio es similar, y en los cálculos, podemos sustituir el flujo luminoso por la energía eléctrica.

Es decir, si  $P_1$  y  $P_2$  son las potencias eléctricas de las dos lámparas, y  $d_1$  and  $d_2$  son las distancias desde el papel hasta cada una de las fuentes de luz, se debe cumplir lo siguiente:

$$\frac{P_1}{4^2 d_1^2} = \frac{P_2}{4^2 d_2^2}$$

Entonces

$$\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$$

Si, por ejemplo, las lámparas son lámparas halógenas de 100 W y 60 W, se producirá la posición donde la mancha de aceite no es visible:

$$\frac{100}{d_1^2} = \frac{60}{d_2^2}$$

A medida que la mancha se ve oscura, hay poca luz detrás y debe acercarse a la bombilla a la derecha hasta que la mancha desaparezca.

Cada equipo prueba este experimento y nos envía sus resultados por correo electrónico durante el medio año en que los proyectos estuvieron activos.

#### 4. El Experimento en Astrofísica: la determinación clásica de la Potencia del Sol.

El fotómetro Bunsen se puede utilizar para determinar la Potencia o la luminosidad del Sol, usar la estrella como una de las fuentes de luz y una bombilla de, al menos, 100 vatios como la otra.

En un día soleado, el fotómetro y una bombilla halógena se instalan al aire libre, con el fotómetro (el papel con la mancha de aceite y la regla) colocado entre el Sol y la bombilla, a una distancia que la mancha casi desaparece. Cuando la mancha no es visible, la distancia del papel al filamento es el valor de "d". Conociendo la distancia de la Tierra al Sol (aproximadamente  $D = 150.000.000\ 000$  m), la Potencia del Sol "P<sub>sun</sub>", se puede calcular con la ley del inverso de los cuadrados:

$$\frac{100W}{d^2} = \frac{P_{\text{Sun}}}{D^2}$$

Los equipos de todo el mundo prueban este experimento y nos envían sus mediciones por correo electrónico durante el medio año en que el proyecto estuvo activo.

El experimento fue ejecutado por grupos de todas las edades y con diferentes culturas. Varios ejemplos de los diferentes tipos de experimentos realizados se pueden encontrar en [www.naseprogram.org](http://www.naseprogram.org).



*Estudiantes que obtienen la potencia del Sol en China. (Escuela secundaria Shantou Jinshan, ciudad de Shantou, provincia de Guangdong).*





*Participación de niños muy pequeños en La Cité des Sciences à Tunis, Túnez*



*Obteniendo el poder del Sol por un equipo de estudiantes involucrados en la Asociación de Astronomía de Bushehr, Irán*

## 5. Experimento de Astrofísica: Vara de Jacob's simplificada.

En la Edad Media, la vara de Jacob se usaba para determinar la altitud de diversos objetos estelares. La vara de Jacob, también conocida como "balestilla de Jacob" o "radio astronomicus". Esencialmente, tenía un palo principal desde el cual se observaba y un palo cruzado o secundario, que pasaba por encima del anterior.

En este caso, el autor produjo un dispositivo específico para la fotometría del Sol. Preparó un fotómetro adaptado de la vara de Jacob para usarlo con el fin de comparar la Potencia del Sol con la potencia de una bombilla. El dispositivo tenía la lámpara al final del palo principal con una regla. El palo cruzado fue sustituido por un trozo de PVC con una abertura donde fue posible fijar un trozo de papel con la gota de aceite. Esta pieza se movía como el palo secundario del bastón de Jacob.



*Un antiguo observador usando un bastón de Jacob*

## 6. El experimento en astrofísica: Determinar el poder del Sol

Una forma innovadora de realizar el experimento para estimar la luminosidad solar consiste en reemplazar el papel con la mancha de aceite por la cara. En un día soleado, es posible comparar el calor que proviene del Sol en una de las mejillas de la cara y el calor que proviene de una bombilla de 100 W en la otra. La distancia de la bombilla a la cara debe cambiarse hasta el “fotómetro”, en este caso el participante, siente exactamente el mismo calor en ambas mejillas. Midiendo la distancia  $d$  del foco a la cara y conociendo la distancia  $D$  al Sol ( $150 \cdot 10^9 \text{m}$ ), podemos estimar la luminosidad del Sol con la fórmula:

$$\frac{100\text{W}}{d^2} = \frac{P_{\text{Sun}}}{D^2}$$

La ‘misma sensación’ significa la misma intensidad de calor del Sol y de la lámpara. Suponiendo que la eficiencia del Sol y la bombilla fueran similares en estas longitudes de onda, se puede aplicar la ley mencionada de la inversa de los cuadrados.

Hay que tener en cuenta que la eficiencia luminosa del Sol y las bombillas halógenas no son exactamente la misma que anuncia el vendedor, y también que la atmósfera no es transparente a la radiación infrarroja y, por lo tanto, el Sol aparece en estas longitudes de onda más débiles de lo que realmente es. El resultado obtenido debe ser inferior a la luminosidad real del Sol, que es  $3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}$  pero del mismo orden de magnitud.

El valor de la distancia  $d$  debe ser de unos 10 cm. Con este valor, el resultado de la luminosidad del Sol sale alrededor de  $2.2 \cdot 10^{26} \text{ W}$ , un poco más bajo que la real. Sin embargo, la simplicidad del método compensa la menor precisión en el resultado.

NASE propuso este segundo experimento como complemento del tradicional a los miembros del grupo de trabajo. Esta propuesta particular permite incluir a personas ciegas con participación activa, midiendo el poder de nuestra estrella y produciendo resultados científicos.



*Comparación de mejilla con mejilla en Túnez. (Lycée Mohamdía, Ben Arous Túnez, Túnez).*



*Participación de vecinos adultos en Utah, EE. UU. Todo vale*



*Introduciendo la Potencia del Sol en la calle en Dakar, Senegal. (Esta bombilla no era la recomendada).*



*En este caso, el grupo de estudiantes son de Santa Maria, Catholic Senior High School, Malang-Indonesia*

Algunos equipos prepararon proyectos especiales, como es el caso de la campaña organizada por la escuela secundaria Colegio Huerta de la Cruz en Algeciras para tomar la medida de la Potencia del Sol todos los días del 21 de marzo al 23 de septiembre y conseguir el promedio. Es necesario mencionar que este período incluye las vacaciones de verano en España, pero que continuaron tomando observación día a día. Esta fue una responsabilidad muy seria para los estudiantes que llevaron a cabo el proceso.

**LA POTENCIA DEL SOL**

COLEGIO HUERTA DE LA CRUZ

4º ESO

IAU 100 ANOS DE LA UNIÓN ASTRONÓMICA INTERNACIONAL 1919-2019

nase

**Introducción**  
 El fotómetro de Bunsen Para medir la potencia de las estrellas, los astrónomos usan el fotómetro, un instrumento que mide la cantidad de luz que nos llega. Permite determinar la cantidad de energía por unidad de tiempo (la potencia) de una fuente desconocida en comparación con otra fuente bien caracterizada. Históricamente, hay varios fotómetros propuestos para comparar fuentes de luz. En este trabajo nos centraremos en el de Robert Bunsen (figura 1), un químico y físico alemán del siglo XIX. Construyó muchos de los dispositivos que necesitaba en sus experimentos.

**Nuestro Fotómetro**

**Experiencia**  
 Determinación de la potencia del Sol con el fotómetro de mancha de aceite Sin embargo, el uso más interesante del fotómetro Bunsen es la determinación de la potencia o luminosidad del Sol Usando el fotómetro de mancha de aceite, calcularemos la potencia del Sol comparándola con, por ejemplo, una bombilla de 200 W.

Fig. 1 Robert Bunsen (Alemania) y su fotómetro de mancha de aceite

Ciencia en Acción

nase

*Cartel preparado por Juan A. Prieto y sus alumnos del Colegio Huerta de la Cruz en Algeciras, durante el Festival Diverciencia los días 16 y 17 de mayo de 2019. El alcalde de la ciudad de Algeciras fue una de las personas que participó en los experimentos. .*

## 7. El Experimento en Alcoy: un ejemplo de ciencia ciudadana

Las medidas de la Potencia del Sol se desarrollaron en los países donde los equipos podrían crearse para este propósito en entornos especiales como escuelas, universidades, planetarios, y asociaciones astronómicas, donde los profesores realizaron el experimento con los estudiantes y los resultados fueron enviados por correo electrónico.

Sin embargo, este proyecto en particular es un buen ejemplo de lo que es posible hacer involucrando a un gobierno y una comunidad en una experiencia pública. Uno de los objetivos de IAU y NASE es el desarrollo de actividades en las ciudades, en el marco de las iniciativas de Ciencia Ciudadana y la comunicación de la Astronomía con el público.

El Festival Internacional “Ciencia en Acción” (es decir Science on Stage-Spain) en Alcoy, España, el 5 de octubre, fue el momento de presentar estas experiencias con la comunidad en Alcoy: los países que decidieron participar durante el evento final tuvieron la oportunidad de implementar sus configuraciones y compartir con otros su trabajo y descubrimientos. Esta reunión fue una oportunidad especial apoyada por el Youth Mobil Festival de Barcelona (YOMO) que invitó a todos los participantes a alojamiento y comidas.

En este evento final, nueve países (Andorra, Argentina, Grecia, Italia, Portugal, Rumania, España, Túnez y EE. UU.) mostraron sus experimentos y participaron de la experiencia que incluyó también a la comunidad local. Había 4 carpas reunidas en diferentes zonas de la ciudad de Alcoi y un horario para las visitas de 10 escuelas de secundaria locales. El evento también estuvo abierto a las personas que paseaban por la ciudad.

El municipio de Alcoy estaba interesado en dar, el 5 de octubre de 2019, la oportunidad a los estudiantes locales de participar en los experimentos y obtener su propio valor de la Potencia del Sol. Las cuatro carpas se dis-



*Mapa de Alcoi con las localizaciones y las escuelas con más alumnado*

tribuyeron en diferentes áreas de Alcoi para que las escuelas tuvieran una carpa cercana y los estudiantes pudieran visitar y probar los experimentos fácilmente. La posición de las cuatro carpas fue:

- Carpa 1: Avenida de la Hispanidad (en el Polideportivo)
- Carpa 2: Plaça de Dins (en frente del edificio del Ayuntamiento)
- Carpa 3: Plaça Ferrándiz i Carbonell (cerca del evento final de Ciencia en Acción en la UPV)
- Carpa 4: Parque Cervantes





*Carpa en frente del Ayuntamiento*



*Carpa en el Parque Cervantes*

El Departamento de Educación del Ayuntamiento organizó un horario de visitas para grupos de 20-30 estudiantes para que cada grupo pasara por los tres experimentos descritos en este libro.

En los días anteriores, los periódicos y el canal de televisión dieron información sobre el evento y también hicieron informes durante las observaciones.



*Reportero de televisión durante las actividades*



*Fotómetro Bunsen con el papel de aceite y detalle de la mancha de aceite.*



*Obteniendo la Potencia del Sol con el papel manchado de aceite y una bombilla.  
En esta foto podemos ver la mancha de aceite.*



*Obteniendo la Potencia del Sol con el papel manchado de aceite y una bombilla.  
En esta foto se puede ver la bombilla*



*Obteniendo la Potencia del Sol con la mejilla (el observador con los ojos cerrados)*

En cada tienda se instalaron los tres experimentos y cada grupo de estudiantes realizó los tres experimentos en el orden descrito.



*El observador pasa el experimento 1 (fotómetro Bunsen en la tienda al final), el experimento 2 (Potencia del Sol con el papel de aceite en el medio) y finalmente el experimento 3 (Potencia del Sol usando la sensibilidad de las mejillas en frente de esta foto)*



*Estudiante con el dispositivo adaptado de Jacob listo para usar. En el PVC podemos ver una "U" negra que es el lugar donde podemos colocar el papel con la mancha de aceite.*



*Uso del dispositivo de Jacob adaptado para medir la Potencia dl Sol. Podemos ver la bombilla al final de la pieza principal y el PCV blanco perpendicular a ella.*

## 8. Resultados

NASE recibió un total de 296 informes, incluyendo 482 observaciones de todo el mundo y el resultado final en promedio para la potencia del Sol obtenido fue  $2.10 \cdot 10^{26}$  W. Este valor es cercano al esperado como se mencionó anteriormente.

Durante el medio año que el proyecto se estaba ejecutando, varios equipos también trataron de estudiar los diferentes resultados de acuerdo con los diferentes tipos de piel de las personas, pero no obtuvieron ningún resultado en particular que revelara diferencias en la Potencial del Sol detectada.

El experimento se realizó también en asociación con la ONCE (Organización Nacional de Ciegos), con personas ciegas en Alcoy, durante el "Festival Ciencia en Acción".



*Las personas ciegas tienen más sensibilidad.*



*Experimento con la mejilla con un miembro de la ONCE*

Se observó una mayor sensibilidad de este grupo en relación con otros que no eran ciegos. Esto probablemente se debió a que la falta de un sentido obliga al desarrollo de una mayor sensibilidad de los otros sentidos para percibir su entorno. En conclusión, la sensibilidad en los ciegos fue mayor y para este grupo el promedio que obtenemos es  $3,02 \cdot 10^{26}$  W.

Contrariamente a la idea generalizada de que una persona ciega se desarrolla con dificultad, que cuando se proponen experiencias integradoras e inclusivas, una persona con discapacidad visual puede funcionar de manera tan eficiente como un vidente, tanto en la adquisición de datos experimentales como en su análisis.

El interés en la ciencia y el descubrimiento del mundo natural es parte de la especie humana y es por eso que es de fundamental importancia integrar a la sociedad en su conjunto en las experiencias de la ciencia ciudadana, superando los prejuicios y ayudando a modificar los comportamientos

de segregación. Una vez que todas las personas se consideren realmente iguales, podremos superar el límite de desigualdad de oportunidades.

## 9. Algunos comentarios sobre temas de género en los equipos participantes en la final

Hubo nueve países que participaron en la sesión de clausura en Alcoy. La organización intentó promover la participación de las niñas siempre que fuera posible. Fue invitado a un equipo de Irán que no pudo participar al final porque no recibieron la VISA previamente para comenzar su viaje. Este equipo estaba integrado por un profesor y cuatro niñas que finalmente pudieron participar on-line y explicaron su experiencia por skype.



*El equipo de Irán participando online*

Para el resto de equipos, el número de docentes estaba más o menos equilibrado: 45% mujeres y 55% hombres. En cuanto a los estudiantes, el porcentaje de niñas incluidas en los nueve equipos fue del 77% y los niños del 33%. En el caso del grupo de participantes ciegos, la mayoría eran mujeres. El 67% eran mujeres, frente al 33% de los hombres.



## 10. Conclusiones

La cooperación fue un éxito en diferentes áreas:

- Los estudiantes de 10 escuelas secundarias en Alcoy tuvieron la oportunidad de obtener la Potencia del Sol y aprender astrofísica de otros estudiantes y profesores motivados.
- Las personas que paseaban por la ciudad de Alcoy el 5 de octubre encontraron varios equipos de estudiantes que les enseñaron sobre ciencia y astronomía y los invitaron a ser el observador principal en un experimento físico.
- Varios equipos de profesores y estudiantes visitan otro país para conocer a otras personas interesadas y motivadas por la ciencia en general y la astronomía en particular.

El éxito fue tan grande que:

- el Festival YOMO ha invitado a NASE a organizar el experimento de la Potencia del Sol el 29 de febrero de 2020 en Barcelona.
- el programa CEA planea una nueva “gran experiencia” relacionada con una actividad similar que se puede organizar en varios puntos de la ciudad para extender al público los experimentos.
- El Grupo de Trabajo NASE planea repetir un nuevo proyecto global para 2020 que involucre a países en diferentes continentes y repetir un evento final probablemente en más de un país para facilitar la reunión cara a cara entre varios equipos.

Finalmente queremos agradecer a varias instituciones internacionales que brindan apoyo al “Proyecto Power of the Sun” promoviéndolo en sus países y áreas de influencia:

Cité de la Science en Túnez, Túnez

CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

CSIC, Consejo Nacional de Investigaciones, España.

EAAE Asociación Europea para la Enseñanza de la Astronomía

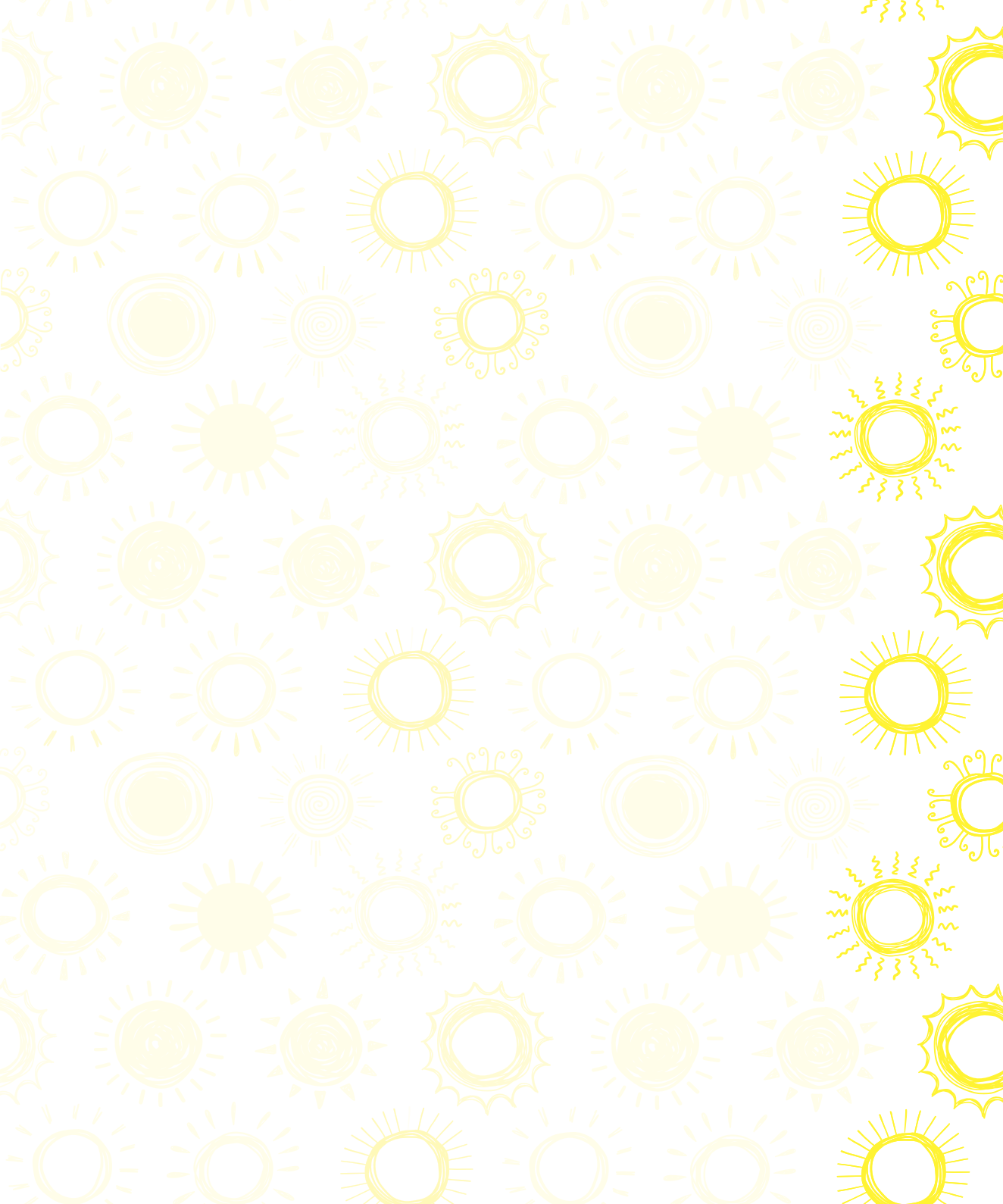
ESSTI Instituto Etíope de Ciencia y Tecnología Espacial, Etiopía

NARIT Instituto Nacional de Investigación Astronómica de Tailandia

Planetario de Beijing, China.

## BIBLIOGRAFÍA

- J. A. Belmonte, F. Berthomieu, A. Costa, H. Deeg, S. Deustua, J. Fierro, B. García, M.K.Hemenway, R. Moreno, J.M. Pasachoff, J. Percy, R.M. Ros, M. Stavinschi, *14 steps to the Universe*, Rosa M. Ros y Beatriz García ed., Barcelona, 2018.
- A. Costa, B. García, J.A. Prieto, R.M. Ros, *Photometers and Photometry in Astronomy: The Global Inclusive Campaign to Determine the Sun's Power*, IAU Symposium 358, *Astronomy for Equity, Diversity and Inclusion*, Tokyo, 2019.
- A. Costa & A. L. Gonçalves, *Solar Physics. Theory and applications, Astronomy at our Schools*, EAAE-IAU Course on Astronomy Education, EAAE Summer School, Alexandre Costa and Rosa M. Ros Ed., Loulé, 2016.
- Exploratorium, *Oil Spot Photometer Compare the brightness of two light sources using an oil spot on a white card.* <https://www.exploratorium.edu/snacks/oil-spot-photometer>





Ajuntament d'Alcoi

