

UN UNIVERSO DE TALENTO:

En los campos de la investigación y la divulgación en astronomía se están haciendo cada vez más patentes los beneficios que tiene seguir una estrategia inclusiva para el éxito final de las actividades llevadas a cabo, ya sea durante la realización de una investigación científica como en los eventos de divulgación para el público en general. Puede que los beneficios en la divulgación hayan sido hasta ahora los más visibles, pero también son importantes los que se pueden alcanzar para los investigadores y las investigaciones.



Amelia Ortiz-Gil

Observatori Astronòmic, Universitat de València
amelia.ortiz@uv.es

Enrique Pérez-Montero
Instituto de Astrofísica de Andalucía
epm@iaa.es

Andrés Gálvez
European Space Agency, sede central, Paris
Andres.Galvez@esa.int

Los beneficios para los investigadores y estudiantes con algún tipo de discapacidad son obvios. No podemos permitirnos el lujo de perder los talentos que tienen ni la creatividad que pueden aportar al modo de trabajar habitual y a la hora de abordar distintos aspectos de una investigación, ya que están abiertos a procedimientos y preguntas que quizás no son los más comunes¹.

Además existe un número creciente de estudios e investigaciones que sostienen que los laboratorios que incluyen personas con alguna discapacidad y/o procedentes de diferentes ambientes culturales, sociales, etc. se ven notablemente beneficiados en los resultados finales de las investigaciones que llevan a cabo^{2,3}.

La visualización de datos en 3D permite avanzar e incluso realizar descubrimientos en diferentes campos de la astronomía⁴), y estas visualizaciones pueden imprimirse como objetos 3D que pueden ser explorados también por astrónomos invidentes. Un claro ejemplo de esto fue el descubrimiento de nuevas estructuras en la nebulosa del Homúnculo de Eta Carinae, cuando los datos en 3D fueron impresos creando un modelo físico en relieve⁵.

Por otro lado, adaptaciones como la sonificación de datos son mucho más que un divertido pasatiempo que engancha siempre al público cuando damos una charla. Jeffrey Hannam (RMIT University), por ejemplo, utiliza las herramientas StarSound y VoxMagellan para sonificar datos y, por ejemplo, encontrar patrones que no resultan claros de forma visual y que, sin embargo, son más evidentes de forma sonora⁶.

En España distintas entidades y grupos trabajan en la elaboración de materiales astronómicos inclusivos. En este artículo vamos a destacar los que se llevan a cabo en las tres instituciones en las que trabajan los autores.

ACTIVIDADES Y MATERIALES ASTRONÓMICOS INCLUSIVOS DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA

El Año Internacional de la Astronomía 2009 (IYA 2009, ver Russo et al. 2009) fue un año de grandes oportunidades para acercar la astronomía a todo tipo de públicos. También proporcionó a nuestro grupo de divulgadores de la Universidad de Valencia el

LOS BENEFICIOS DE LA ASTRONOMÍA INCLUSIVA

empujón definitivo en la realización de actividades dirigidas a personas con discapacidad física o intelectual. El lema del IYA 2009, "Un Universo para que lo descubras", estaba dirigido a todas las personas del mundo, sin distinción de nacionalidades, razas o creencias. Y también sin distinciones por condición física o intelectual: todos habitamos el mismo universo, bajo el mismo cielo y, por tanto, todos debemos de tener la oportunidad de disfrutarlo, a través de nuestras diferentes sensibilidades y capacidades.

Contamos historias, sentimos, dibujamos, observamos

Cronológicamente, la primera actividad que diseñamos para público con discapacidades cognitivas fue una serie de conferencias interactivas. Así nació "Sensaciones", una charla que relaciona imágenes astronómicas con sensaciones familiares de temperatura, textura, u olores. Asociamos un sentido a cada imagen astronómica presentada: la imagen de la superficie del planeta es contemplada en la pantalla al tiempo que el público toca globos rellenos de agua caliente, o las imágenes de lo son acompañadas por olor de incienso, por ejemplo. Los asistentes establecen así una conexión más personal con aquello que están viendo.

Incluimos también algunas actividades manuales, como la construcción de constelaciones sobre una cartulina negra utilizando estrellas fosforescentes y rotuladores dorados, o la construcción de un sencillo reloj de sol con cartulina (Fig. 1).

"El cielo en tus manos", un espectáculo de planetario para personas ciegas

Es posiblemente un proyecto sorprendente, ya que pensamos que en el planetario se busca principalmente una experiencia visual. Pero el trabajo pionero de Sebastián Musso en Argentina ya había demostrado que era posible y decidimos desarrollar una actividad para el Hemisfèric, el planetario de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia (<http://www.cac.es>), accesible a las personas ciegas.

Escribimos un guion original sobre un viaje por las estrellas, visitando diferentes regiones del cielo con constelaciones y objetos famosos. A cada uno de ellos le asociamos un sonido particular en la banda sonora del show. La compañía Àbac Estudi compuso y grabó la banda sonora en siete canales diferentes para ser emitida por los cinco altavoces repartidos por la cúpula del Hemisfèric más los dos canales de los narradores.

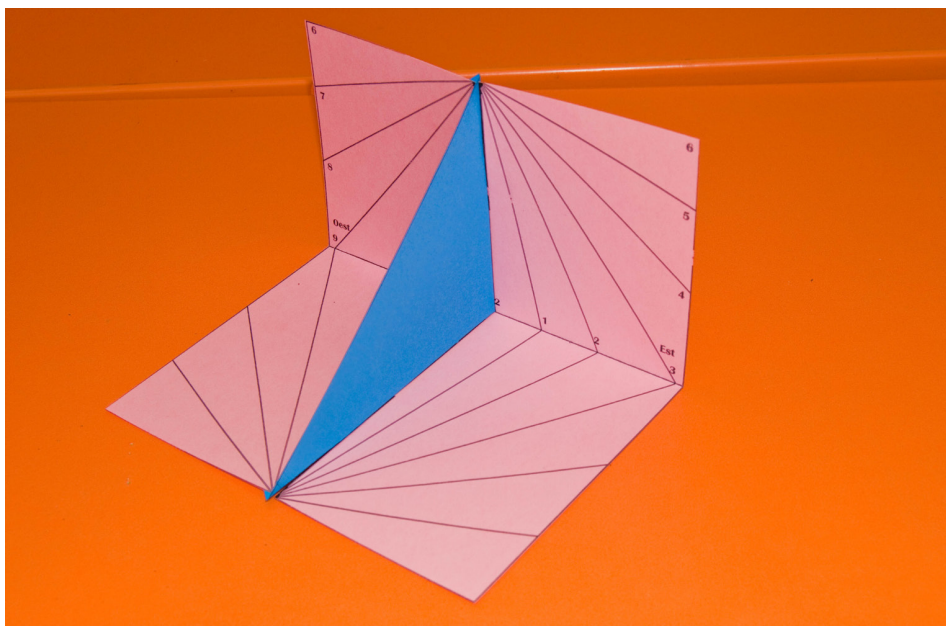


Fig. 1.- Un modelo de reloj de Sol construido en cartulina por los visitantes con discapacidades cognitivas de "L'Aula del Cel". Crédito: OAUV.

La proyección del cielo nocturno en la cúpula se realiza de forma que cuando el narrador habla sobre una constelación en particular, el sonido asociado a ella se escucha procedente del altavoz más cercano al lugar de la cúpula donde está siendo proyectada su imagen, proporcionando así al público, de forma sonora, información sobre las posiciones relativas de los objetos en el "cielo".

De este modo conseguimos saber dónde se encuentra el objeto, pero ¿cómo saber qué aspecto tiene? Para este fin diseñamos una semiesfera realizada con resina y que presenta diferentes elementos en relieve. Unas pequeñas bolas ocupan el lugar de las estrellas, teniendo dos tamaños, según el brillo de la estrella en cuestión. Las líneas continuas dibujan las formas de las constelaciones, y las discontinuas guían al usuario de una constelación a la siguiente, de acuerdo con el guion del show

Para combinar los dos elementos principales, los sonidos y la esfera, la banda sonora dispone de dos narradores diferentes, uno para los contenidos astronómicos y otro para dirigir al público por la semiesfera táctil al ritmo indicado por el guion astronómico.

El espectáculo ha sido representado dos veces en el Hemisfèric, con gran éxito. El público quedó realmente entusiasmado con la experiencia. Algunas personas se emocionaron porque hasta ese momento decían que no habían sido capaces de comprender las descripciones que les habían hecho sobre el cielo, y sentían que por fin lo comprendían bien. Otros recordaron que habían sido capaces en el pasado de ver las estrellas, y el show les trajo recuerdos agradables.

El show ha sido traducido al portugués, inglés, francés y flamenco y ha sido presentado en planetarios de Portugal, Estados Unidos y Bélgica.

Fig. 2.- Un grupo de niños en la exposición Inspiring Stars de la Unión Astronómica Internacional, donde fueron mostrados los planetas táctiles desarrollados por el OAUV. Crédito: OAUV.



"Astroadapt", un software astronómico para personas con problemas de motricidad

Durante nuestras colaboraciones con centros de educación especial, encontramos personas en pleno uso de sus capacidades cognitivas pero con un daño severo del sistema nervioso central que les impedía moverse por sí mismas. Sería éste el caso, por ejemplo, del famoso físico británico Steven Hawking. Se comunican por medio de un ordenador instalado en la silla de ruedas.

Después de identificar sus necesidades hablando con usuarios y cuidadores, nos embarcamos en el desarrollo de un programa en Python de código libre, Astroadapt, bajo licencia Creative Commons Non-Commercial, de características similares a las de los existentes en el mercado, de modo que lo pudieran utilizar tanto para comunicarse como para disfrutar de contenidos astronómicos instalándolo en el ordenador de la silla de ruedas.

"A Touch of the Universe", la colección de materiales táctiles

En 2011 conseguimos financiación de Europlanet y la Fecyt para crear un modelo táctil de la Luna para personas ciegas. A partir del mapa creado por la sonda Clementine de NASA, diseñamos un modelo 3D en el que quisimos representar de forma táctil la imagen visual que tenemos cuando contemplamos la Luna. Se trataba de que los usuarios ciegos tocaran lo mismo que otras personas pueden ver. Esto significa, por ejemplo, que en el modelo los rayos de los cráteres tienen relieve, aunque esto no sea cierto en la realidad. Además, el modelo tiene marcados los dos casquetes polares y dos meridianos que separan la cara visible de la oculta. Una T en relieve en uno de los casquetes indica que se trata del polo norte y el trazo vertical de la T apunta hacia la cara visible para que las personas ciegas puedan orientarse y saber dónde se encuentran. Completamos el modelo pegando letras en Braille hechas con Dymo y que marcaban diferentes accidentes lunares, explicados en un documento en Braille separado, que contiene la correspondencia entre letras y accidentes.

La Luna, los materiales del planetario "El Cielo en tus manos" y otros materiales de astronomía táctil de otros autores los incluimos en un kit de astronomía táctil financiado principalmente por la Oficina de Astronomía para el Desarrollo de la IAU, llamado

"A Touch of the Universe". Este kit fue distribuido entre 30 educadores y divulgadores de la astronomía en países en desarrollo o comunidades desfavorecidas.

El éxito de este proyecto nos animó a seguir desarrollando modelos táctiles de los planetas, usando ahora el software "Mapelia" creado por Jordi Burguet, que permite crear fácilmente modelos táctiles 3D a partir de cualquier mapa 2D completo de un cuerpo esférico. Así hemos diseñado ya Marte, Mercurio y Venus (Fig. 2). En particular, la Oficina de Astronomía para el Desarrollo nos volvió a conceder fondos para la impresión de 20 modelos de Venus, junto con un libro de actividades en Braille e impresión normal, que han sido repartidos de nuevo entre educadores de comunidades desfavorecidas.

En el futuro inmediato seguiremos creando más maquetas planetarias. Todos los modelos y el software Mapelia pueden descargarse de la página web del proyecto⁷ de modo que cualquiera los puede imprimir. Así, el museo de Ciencias Príncipe Felipe de Valencia ha utilizado este modelo de Marte, en la exposición "Marte, a la conquista de un sueño", que puede visitarse actualmente. O la compañía sin ánimo de lucro See3D de Estados Unidos los imprime gratuitamente para las personas ciegas que los solicitan.

ASTROACCESIBLE: UNA INICIATIVA DE DIVULGACIÓN INCLUSIVA EN EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA

El proyecto Astroaccesible nació como fruto de las primeras experiencias del Dr Enrique Pérez Montero al afiliarse a la Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE) al agravarse la retinosis pigmentaria que padece y ser consciente de las carencias que existían a la hora de enseñar astronomía y explicar que una persona ciega podía seguir dedicándose de manera profesional a la astrofísica trabajando en un centro de investigación de maneja productiva.

Estos primeros contactos se tradujeron en la impartición de varias conferencias en distintos centros de la ONCE que tenían como fin hacer una descripción del lugar de nuestro planeta en el espacio sin estar basadas en el uso de imágenes de manera exclusiva. Como consecuencia de esas primeras interacciones resultaron algunas enseñanzas en la metodología y en los recursos para la divulgación que se pusieron



Fig. 3. - Charla de Enrique Pérez-Montero en el II Congreso Nacional Retina en Murcia. Crédito: Astroaccesible.

en práctica durante el año 2015, en que la Sociedad Española de Astronomía concedió una ayuda para llevar la actividad a otros centros de la ONCE por toda España. En ese momento se comenzó la colaboración con el Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia (OAUV) para usar las primeras maquetas de la Luna y las bóvedas del cielo del hemisferio norte durante la impartición de talleres presenciales llevados a cabo en las propias agencias de la ONCE. Asimismo, con la colaboración de los técnicos de rehabilitación de la ONCE se diseñaron materiales específicos con láminas de termoplástico que permiten representar en relieve conceptos sencillos sobre distancias y tamaños relativos (p.ej. tamaños relativos de la Tierra y la Luna, de los planetas y el Sol, del aspecto de la Vía Láctea).

No obstante, los dos principios básicos que subyacen en una descripción inclusiva se basan en la utilización de las imágenes incluso en presencia de invidentes, ya que la mayoría de ellos presentan algún resto visual y siempre van acompañados de personas sin problemas de vista, y en el uso de la voz para hacer descripciones completas por medio de metáforas de cualquier contenido que se esté explicando. Esto asegura el carácter inclusivo de las actividades de nuestro proyecto y su aplicación a cualquier entorno divulgativo o educativo independientemente de la presencia de personas con problemas de vista y subrayando diversos aspectos de la astronomía que no suelen ser verbalizados en otro tipo de actividades docentes o divulgativas⁷ (Fig. 3).

Durante el año 2016 se consiguió también financiación de la FEcYT para continuar con las actividades presenciales de Astroaccesible en colaboración con la Estación Experimental del Zaidín, un centro del CSIC en Granada dedicado a las ciencias agrarias, para hacer talleres conjuntos de Astronomía y Botánica con los cinco sentidos, demostrando que este enfoque inclusivo es extensible a otras ramas de la ciencia. El proyecto se complementa con la publicación de artículos con un enfoque inclusivo en la página web del proyecto (<http://astroaccesible.iaa.es>) y la creación de una página de facebook para anunciar sus actividades (<http://facebook.astroaccesible.iaa.es>)

Como parte fundamental de las actividades de Astroaccesible en los últimos años está la importante actividad llevada a cabo en centros de enseñanza de todos los niveles incluyendo alumnos con y sin discapacidad. Esta actividad se manifiesta con la colaboración con la Universidad de Granada con la participación en el Aula científica y la Semana de la Ciencia organizadas en la Facultad de Ciencias o en el Campus Inclusivo, o en la participación anual en la Noche Europea de los

Investigadores, la Feria del Libro o el evento Desgranando ciencia en colaboración con el Gabinete de Divulgación del IAA. El ejemplo que supone a muchos estudiantes la presencia de un investigador invidente que explica conceptos de astronomía basándose en explicaciones completas y en el sentido del tacto resulta en un redescubrimiento de la astronomía como una ciencia abstractiva basada en procedimientos de observación complejos que no pueden interpretarse únicamente a través del sentido de la vista.

En los dos últimos años se ha extendido la actividad de Astroaccesible para hacer llegar a grupos de personas con discapacidad a lugares representativos del ámbito científico. Este es el caso de la visita inclusiva al observatorio de Calar Alto en 2017 en colaboración con la empresa AZIMUT y la ONCE para lo que se diseñaron y prepararon materiales específicos sobre la distribución de los telescopios y su funcionamiento, o la visita inclusiva al desierto de Tabernas (Fig. 4) como análogo del planeta Marte, en colaboración con la asociación “Ciencia sin Barreras” y la financiación de la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento en 2018.

Fig. 4.- Excursión inclusiva al Desierto de Tabernas. Crédito: Ciencia sin Barreras, Astroaccesible.



En el último año hemos recurrido al uso de sonidos como herramienta alternativa para divulgar procesos astronómicos físicos dinámicos. Además de la gran variedad de recursos sonoros disponibles en la red se ha iniciado una colaboración con el proyecto Cosmonic (<http://rgb.iaa.es/cosmonic>) para el diseño de recursos sonoros y animaciones con carácter divulgativo así como la impartición de conferencias tituladas “Los sonidos del Universo” para divulgar los beneficios de este recurso tanto en el ámbito divulgativo como profesional.

Finalmente, dado que uno de los objetivos de este proyecto es fomentar el inicio de carreras científicas entre otras personas con discapacidad, se ha llevado a cabo una ingente actividad en congresos y reuniones para explicar la compatibilidad de la actividad investigadora y la discapacidad y animando a centros de estudios y universidades a hacer más accesibles todos sus contenidos, algo muy viable en estos días con los recursos tecnológicos de que se disponen. Esta línea de actuación se ve fortalecida con la participación como ponente en el curso de cultura científica organizado por el CSIC. Además se ha iniciado un convenio con el Servicio Bibliográfico de la ONCE (SBO) para aumentar el número y variedad de títulos relacionados con la astronomía en los fondos de dicho servicio, que permite la descarga y lectura de libros para los afiliados a la ONCE a través de un sistema adaptado de lectura por voz.

LA CIENCIA ESPACIAL INCLUSIVA EN LA ESA

Desde su creación en 2016, la Oficina de Diversidad e Inclusión de la Agencia Espacial Europea ha llevado a cabo acciones para mejorar la concienciación y promover una mayor incorporación de personas con discapacidad al mercado laboral y a la investigación en el ámbito del espacio. Estas actividades se iniciaron en un primer momento por el interés de algunos empleados de la Agencia quienes, a través de su experiencia de vivir y trabajar con una discapacidad -visual, motora, o de otro tipo- entendieron la necesidad de concienciar a sus colegas del interés de aprovechar el talento de otras personas que, por su condición física o mental, han tenido más dificultades para acceder a puestos de formación y empleo y demostrar su valía en proyectos espaciales. La ini-

ciativa ha contado desde el primer momento con el apoyo del Director General, Jan Woerner, y del actual Director del Programa Científico, Guenther Hasinger, así como de Álvaro Giménez-Cañete, quien le precedió en dicho cargo. Fue este último quien se ofreció a iniciar actividades piloto en el Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC), de forma que pudiesen servir de referencia para otros centros de la ESA y para entidades académicas e industriales en el campo de la ciencia y la tecnología espacial.

El objetivo principal de estas actividades está siendo concienciar acerca del potencial que se desaprovecha al no incluir a personas con una discapacidad en programas de especialización y empleo, también en el ámbito espacial. Al mismo tiempo, se trata de demostrar el valor añadido de usar un acercamiento inclusivo en la comunicación sobre las misiones espaciales y sus resultados. En ambos casos, divulgación y formación, se pretende abordar los mismos temas, y con el mismo rigor, independientemente de que estén implicadas personas con o sin discapacidad; se sigue el principio de que la adaptación de los métodos de trabajo no supone tener que renunciar a la excelencia.

En una primera fase las actividades de la ESA se han centrado en la comunicación inclusiva, promoviendo a la implicación de especialistas en ciencia espacial y en otras disciplinas relacionadas, a la vez que divulgar acerca de las misiones espaciales y, en general, del estudio del universo a través de la ciencia. Se pretende fomentar un debate más rico acerca del papel de las personas con discapacidad y más alejado de ideas preconcebidas.

En los últimos tres años, estos “encuentros de científicos con la discapacidad” han incluido conferencias en centros de la ESA durante jornadas de puertas abiertas, por ejemplo, por profesionales de la astronomía y la tecnología espacial que compartieron con los asistentes sus experiencias de ser a la vez astrofísicos y afectados por una distrofia retiniana; o algunas visitas y charlas educativas a grupos de alumnos con una discapacidad intelectual. Más allá de estas iniciativas puntuales, y dentro de las experiencias piloto en ESAC anteriormente mencionadas, la actividad más significativa de divulgación de la ciencia espacial inclusiva ha sido el proyecto denominado SpaceIN⁸.

SpaceIN ha consistido en eventos con charlas, talleres y actividades implicando a especialistas y a personas con o sin discapacidades, en torno a la exploración del Sistema Solar y la búsqueda de vida más allá de nuestro planeta, en gran parte –pero no exclusivamente- haciendo referencia a misiones espaciales recientes. Además, se ha propuesto por primera vez el concepto y se ha implementado la organización del primer “análogo planetario inclusivo” del mundo, y que está en la línea de otros numerosos análogos planetarios, también empleados por la ESA y por la comunidad científica, por ejemplo, para la verificación de vehículos de exploración (como el “rover” Rosalind Franklin de la misión ExoMars en Atacama o Tabernas) o el entrenamiento de astronautas (en los paisajes volcánicos de la isla de Lanzarote, en el

proyecto PANGAEA). Estos “análogos inclusivos de Marte” consisten en excursiones a terrenos que por sus características presentan similitudes con entornos del planeta rojo y que a su vez son adecuados en términos de accesibilidad. Por ejemplo, el terreno elegido se ha utilizado previamente en la divulgación de la geología terrestre con personas invidentes por parte de la asociación Ciencia Sin Barreras.

Las actividades en SpaceIN han sido orientadas a un grupo diverso de personas, incluyendo público y profesionales de la investigación científica con y sin discapacidad visual y/o auditiva. Se han realizado dos eventos de SpaceIN. El primero, en junio de 2017 en ESAC (Fig. 5), cerca de Villanueva de la Cañada, Madrid, con charlas, talleres y una visita a las

Fig. 5.- Evento SpaceIN en ESAC. Crédito: SpaceIN.



instalaciones. Unos meses más tarde se realizó un segundo evento en Toledo, en la sede de la Delegación Territorial de la ONCE en esa ciudad.

Las charlas y talleres versaron sobre la planetología comparativa y la astrobiología, Más concretamente, los temas tratados incluían las diferencias y similitudes entre los planetas terrestres, el papel del agua y su interacción con los minerales, la energía térmica interna y la morfología de cuerpos planetarios, y las implicaciones en el desarrollo biológico y en la investigación en exobiología. Se trataba también de explicar cómo las misiones espaciales pueden aportar respuestas acerca de estos temas.

La excursión a un análogo de Marte tuvo lugar también en noviembre de 2017 en Riba de Santuste, Guadalajara, en cooperación con las Delegaciones Territoriales de la ONCE de Madrid y de Castilla-La Mancha.

En una segunda etapa, a partir de 2018 se han desarrollado en ESAC actividades de formación en astronomía espacial y ciencia planetaria, en colaboración con la ONCE.

El objetivo es crear una conciencia más participativa e inclusiva en la formación de especialistas en proyectos espaciales, de forma que cualquier persona con la preparación universitaria adecuada pueda completar su trabajo de máster con una estancia de tres a seis meses en ESAC, trabajando en el seno de un equipo encargado de las operaciones científicas de una misión de la ESA en curso o en preparación. Hasta ahora estudiantes con discapacidad visual y/o auditiva han realizado entrevistas visitando las instalaciones de ESAC y conociendo a algunos de sus potenciales supervisores. Los estudiantes seleccionados han pasado seis meses trabajando en el proyecto XMM-Newton, en dos convocatorias distintas en los dos cursos 2017-2018 y 2018-2019. Además, en 2019, el programa ha sido extendido para incluir no sólo a estudiantes de máster, si no también jóvenes graduados que por primera vez pueden acceder a puestos de formación que han sido definidos con una lógica inclusiva, para los que se valorará la competencia, no la condición física en aspectos que no sean relevantes a las tareas que se deben desarrollar.

Se han previsto puestos tanto en los equipos de XMM-Newton como de JUICE, que han sido publicados en noviembre 2019 en la página del programa “Young Graduate Trainee” (YGT) de la ESA. Las entrevistas tendrán lugar en el primer trimestre del 2020, y los contratos de los candidatos o candidatas que tengan éxito en el proceso de selección comenzarán a mediados de año.

A finales de 2019 o principios de 2020 también se ofertarán nuevas plazas para estudiantes de master que quieran “probar” a pasar varios meses en ESAC durante el periodo estival, y a su vez nuevos puestos de “YGT” serán definidos para ser publicados después del verano, completando así el ciclo anual. La conexión entre los dos programas - el de estancias en ESAC de estudiantes de máster y YGT- también facilita la posible incorporación de personas con una formación en un campo distinto al espacio, como por ejemplo ingenierías, física o matemáticas- en dos etapas sucesivas. Esto es importante ya que el número de solicitantes con una discapacidad y con un alto grado de especialización en disciplinas directamente relacionadas con el espacio es todavía relativamente pequeño. El papel de entidades colaboradoras como la ONCE y su Fundación es también clave a la hora de dar difusión a estas oportunidades entre los posibles candidatos y candidatas.

Se espera que este programa tenga un doble beneficio: Por un lado, para las personas participantes en las experiencias de formación, que a través de las mismas mejoren sus perspectivas laborales en el campo de la investigación o en la industria espacial; y por otro, para crear un mayor entendimiento entre sus compañeros y compañeras acerca de la discapacidad, que contribuya a generar nuevas oportunidades laborales para otras personas dentro y fuera de la ESA. Además, estas experiencias deben llevar a un mayor conocimiento por parte de los servicios administrativos y de gestión de los centros de la Agencia acerca de las necesidades reales de accesibilidad, seguridad, adaptación de puestos de trabajo y reglamentación laboral también en el caso de personas con discapacidad, superando estereotipos poco útiles y poco apropiados, especialmente, para una organización que tanto ha sabido aprovechar la diversidad de sus empleados e inspirar con sus logros científicos y tecnológicos a millones de ciudadanos europeos, en misiones como Planck o Rosetta.

SINERGIAS ENTRE PROYECTOS

Uno de los escollos que nos encontramos en el mundo de la divulgación en general y en el de la divulgación inclusiva, en particular, es la ausencia de publicaciones sobre los recursos que se desarrollan y la falta de colaboración entre diferentes grupos de forma que no estemos siempre inventando lo mismo sino que vayamos avanzando y mejorando lo que ya existe, fomentando al mismo tiempo la aparición de ideas nuevas.

Con ánimo de seguir construyendo, hace unos años empezamos una colaboración entre el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y el Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia (OAUV) con el objetivo de compartir materiales y experiencias. Fruto de ello han sido algunas de las actividades expuestas anteriormente y el diseño de nuevos materiales, como una semiesfera táctil que reproduce el cielo de verano y que pronto tendremos finalizada. Esta nueva maqueta se realizará con ayuda financiera de la Sociedad Española de Astronomía y tendrá

como fin la realización de actividades de observación al aire libre más inclusivas y que permitan la concienciación del público en general sobre la utilidad de recursos alternativos y complementarios al uso del telescopio o la fotografía.

Los tres equipos del IAA, ESA y OAUV formamos parte de la asociación Ciencia Sin Barreras, que tiene como objetivo eliminar las barreras que encuentran las personas con discapacidad para el acceso a la ciencia. Esta asociación ha promovido la realización de cuatro congresos nacionales que tenían como fin la promoción de estrategias más inclusivas de divulgación y el fomento de la ciencia entre las personas con discapacidad. Además los tres equipos han contribuido, junto con otras instituciones, como el Centro de Astrobiología y la ONCE, al primer evento SpacelN que tuvo lugar en ESAC en junio de 2017. Los eventos SpacelN en Toledo y la excursión al terreno análogo de Marte, en Riba de Santiuste, contaron también con la contribución clave del IAA y de la asociación Ciencia Sin Barreras (Fig. 6).



Fig. 6.- Excursión inclusiva al Desierto de Tabernas, un lugar análogo terrestre de Marte. Los visitantes ciegos utilizan modelos en relieve del planeta Marte para comprender su geología. Crédito: Ciencia sin Barreras, Astroaccesible, SpacelN y OAUV.

SpaceIN es un proyecto inherentemente colaborativo. Los contenidos del primer evento SpaceIN fueron en gran parte propuestos por entidades participantes, además de por la propia ESA, que impulsó y coordinó la organización del evento, proponiendo la temática y brindando el apoyo administrativo, logístico y económico.

Algunos ejemplos de las distintas e innovadoras aportaciones son los siguientes: una cata de aguas de Marte (UCM/Ciencia Sin Barreras) en la que las características y sabor del agua se relacionaron con la mineralogía de distintas regiones marcianas determinada a partir de datos de sondas espaciales, como por ejemplo Mars Express; la sensación térmica del gas sublimado y la forma y textura del hielo agrietado producidas en lunas heladas, relacionándolos con las imágenes y datos obtenidos por misiones como Galileo (y próximamente, JUICE) en Europa, o Cassini en el caso de la superficie y penachos gaseosos de Encélado (CAB/INTA); la detección de exoplanetas con misiones como Kepler, a través de una representación participativa basada en grandes globos esféricos (CAB/INTA); un itinerario táctil por el cielo, ubicando algunos sistemas estelares en los que se han detectado exoplanetas (IAA/CSIC/ AstroAccesible); y, finalmente, otras experiencias en geología planetaria comparativa basadas en modelos táctiles de Venus, Marte y la Tierra (OAUV, UCM, UAM/ Ciencia Sin Barreras, CESAR/ESAC). Un video promocional del evento con explicaciones y entrevistas fue realizado por PDICiencia, un proyecto de divulgación audiovisual desarrollado en gran parte por personas con discapacidad intelectual. Como parte de la visita guiada por el proyecto CESAR de ESAC al campus de ESAC se invitó a personas invidentes a probar el sistema de guiado basado en navegación por satélite y señales acústicas BlindExplorer de la empresa Geko Navsat. del vivero de empresas de la ESA en Madrid. Por otro lado, las actividades de formación de estudiantes de master y jóvenes graduados cuentan todas con el apoyo del servicio de integración laboral de la Delegación Territorial de la ONCE en Madrid, y de la colaboración de otras organizaciones que tratan con personas con baja visión y distrofias de retina, como Begisare, en el País Vasco.

CONCLUSIONES

Las actividades encaminadas a hacer de la astronomía una ciencia más inclusiva tienen beneficios tanto en el ámbito de la divulgación como en el de la investigación.

Las adaptaciones que se pueden realizar para mejorar la comprensión de ciertos conceptos astronómicos, que suelen enseñarse tradicionalmente de manera exclusiva por medio de imágenes, no son solo recomendables porque permiten extender los contenidos a personas que suelen estar excluidas de dichas descripciones visuales sino porque benefician a todo el mundo y transmiten la idea veraz de que todos pueden contribuir al ámbito científico a pesar de las barreras que les impiden relacionarse de manera adecuada con su entorno.

Permitir el acceso a los datos y contenidos astronómicos de forma inclusiva (por ejemplo, a través de diferentes canales sensoriales) beneficia no sólo al público y a los investigadores con discapacidad sino que posibilita una mejor percepción para todos, incluso facilitando en algunos casos la realización de descubrimientos.

Además no podemos permitirnos perder a personas de talento simplemente porque tienen alguna discapacidad y necesitan la eliminación de las barreras que les impiden acceder al conocimiento y realizar su trabajo en igualdad de condiciones que los demás. Gracias a la eliminación de las barreras de comunicación, por ejemplo, y de otras ayudas, el profesor Stephen Hawking logró ser uno de los astrofísicos más reputados del siglo XX. ¿Cuántos otros habrá que se estén quedando fuera por no tener esas mismas facilidades?

Para terminar, las personas con discapacidades usan otras capacidades que les permiten también abordar los problemas y preguntas desde perspectivas diferentes, con otras estrategias, enriqueciendo el proceso de investigación y contribuyendo positivamente a su éxito final. Por tanto, permitirles el acceso al mundo de la investigación no es solo un deber moral sino también un paso decidido hacia la excelencia.

REFERENCIAS

- ¹ Phillips, K.W. (2014) How Diversity Works, *Scientific American* 311, 4, 42-47 (October 2014)
doi:10.1038/scientificamerican1014-42.
- ² Powell, K. (2018). These labs are remarkably diverse - here's why they are winning at science, *Nature* 558, 19-22 (2018), doi: 10.1038/d41586-018-05316-5.
- ³ Guterl, F. (2014) Diversity in Science: Why It Is Essential for Excellence, *Scientific American*, 311, 4,38-40 (October 2014) doi:10.1038/scientificamerican1014-38.
- ⁴ Faherty, J.K. (2019) IDEAS: Immersive Dome Experiences for Accelerating Science, <https://arxiv.org/pdf/1907.05383.pdf>.
- ⁵ Steffen, W. et al. (2014) The three-dimensional structure of the Eta Carinae Homunculus, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 442, Issue 4, Pp. 3316-3328.
- ⁶ Hannam, J. (2019) Enhancing Accessibility through Sonification and Sound Technologies, an IAU Symposium 358, <https://iau-oao.nao.ac.jp/iaus358/talk-session-5-5/>.
- ⁷ Pérez-Montero, E. 2019. Towards a more inclusive outreach. *Nature Astronomy*, vol. 3, pp 114-115. DOI: enlace 10.1038/s41550-019-0693-3 6 de 8.
- ⁸ Galvez, A.; Ballesteros, F.; García-Frank, A.; Gil, S.; Gil-Ortiz, A.; Gómez-Heras, M.; Martínez-Frías, J.; Parro, L. M.; Parro, V.; Pérez-Montero, E.; Raposo, V.; Vaquerizo, J. A. 2017. EPSC, 11, 905G.