

# La trama celeste: por qué educar en astronomía. Una oportunidad de aprendizajes múltiples

B. García<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto en Tecnologías de Detección y Astropartículas, CNEA-CONICET-UNSAM, Argentina

<sup>2</sup> Facultad Regional Mendoza, UTN, Argentina

Contacto / beatriz.garcia@iteda.cnea.gov.ar

**Resumen** / La educación en astronomía en todos los niveles ha sido un tema abordado por la Unión Astronómica Internacional como parte de su plan 2010–2020. Los contenidos sobre temas astronómicos se encuentran en los programas de estudio en los niveles primario y secundario de todo el mundo. Al tratarse de una disciplina transversal, la astronomía es, además, una ciencia que permite introducir al alumno en el estudio de la naturaleza de manera no conflictiva: nadie permanece indiferente a sus conceptos y descubrimientos. La Unión, a través de la Comisión de Educación y Desarrollo de la Astronomía, ha implementado, auspiciado y llevado adelante durante los últimos 5 años dos programas especiales, uno de ellos de didáctica de la astronomía para profesores de nivel medio y otro destinado a la transmisión de temas de astronomía para poblaciones con discapacidad. En esta presentación se comparten las características, logros e impacto de dichos programas.

**Abstract** / Astronomy education at all levels has been an issue addressed by the International Astronomical Union as part of its 2010–2020 plan. The content on astronomical topics are in the curriculum at primary and secondary levels worldwide. Being a cross-discipline, astronomy is also a science that allows to introduce students to the study of the nature in a non-confrontational way: no one is indifferent to their concepts and discoveries. The International Astronomical Union, through its Commission on Education and Development of Astronomy, has implemented, sponsored and carried out over the past five years two special programs, one about didactics of astronomy for teachers of middle level and another one for the transmission of astronomical topics for the disabled. In this presentation, achievements and impact of these programs are shared.

*Keywords* / sociology of astronomy — miscellaneous

## 1. Introducción

Adolfo Bioy Casares escribió en 1948 uno de los mejores cuentos de ficción especulativa de los que se tengan noticias: “La trama celeste”. En él relata la historia de Ireneo Morris, un piloto que no sólo viaja entre universos paralelos, sino que existe en múltiples universos.

La astronomía, que estudia casi todas las propiedades del Universo y también lo que existió, existe y existirá, representa esa oportunidad de viaje entre eventuales universos paralelos del conocimiento, en donde los procesos cognitivos son múltiples porque se apela a la percepción a través de longitudes de onda múltiples y múltiples frecuencias.

A lo largo de la historia de la humanidad, la astronomía marcó el rumbo del progreso del ser humano y permitió descifrar el comportamiento de la naturaleza al punto tal de encontrar esas relaciones que desde antaño casi todos los pueblos que habitaron el planeta buscaban. El conocimiento del cielo organizó tiempos de siembra y cosecha, predijo eventos, permitió orientar edificios para aprovechamiento de la luz o para conservación de la energía, y, con los siglos, nos mostró cómo se producen los elementos químicos más pesados a partir de los más livianos, de qué manera evolucionan las estrellas, cuáles son los escenarios de nacimiento y muerte del Universo y por qué la vida es una propiedad más del

Universo en el que vivimos.

La astronomía, por lo tanto, es una disciplina que abarca desde la filosofía y la historia, hasta la cosmología y la biología y que, desde el punto de vista de la educación, permite la aproximación al aprendizaje del funcionamiento del mundo natural a partir de estos múltiples enfoques.

La Unión Astronómica Internacional (UAI), fundada en 1919 con el fin de “promover y salvaguardar la astronomía y desarrollar la disciplina a través de la cooperación internacional,” y que en la actualidad cuenta con unos 12 000 miembros individuales en 90 países, utiliza casi todos sus fondos, que provienen de las contribuciones nacionales, para el desarrollo global de la astronomía.

La Unión ha planteado esta posibilidad de aprendizajes múltiples en su plan para la década 2010–2020 ([http://iau.org/static/education/strategicplan\\_2010-2020.pdf](http://iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf)), teniendo en cuenta que de la mano de la astronomía se pueden desarrollar habilidades en el campo del conocimiento de las ciencias básicas, pero también en el de las aplicadas, sin olvidar el alcance cultural de la disciplina.

Las diversas actividades de la Unión se canalizan a través de Divisiones ([http://www.iau.org/science/scientific\\_bodies/divisions/](http://www.iau.org/science/scientific_bodies/divisions/)) que a su vez coordinan las tareas de Comisiones. Una de estas Divisiones (la C) está dedicada a la educación, el desarrollo, la historia, la comunicación con el público y el legado astronómico (ver [http://www.iau.org/science/scientific\\_bodies/divisions/C/](http://www.iau.org/science/scientific_bodies/divisions/C/)). Dentro de la División C, cuatro comisiones trabajan para el logro de los objetivos de cada área de influencia, y una de esas comisiones es la de “Educación y desarrollo de la astronomía” (ver <http://iaucc1.frm.utn.edu.ar/>) que está dedicada principalmente a tres grandes temas: Teoría y métodos para la enseñanza de la astronomía, la Red para la educación de la astronomía a nivel medio y la Astronomía para la igualdad y la inclusión.

Los programas para la capacitación de docentes que trabajan en el nivel medio resultan fundamentales en el mundo entero. Los mayores problemas en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias se encuentran precisamente en este nivel, en el que los docentes y alumnos coexisten en algo también parecido a universos paralelos: se dispone de una enorme cantidad de información científica, descubrimientos importantes y logros sin precedentes, existe la capacidad de que estos conocimientos lleguen a todas las personas a través de los medios de comunicación, los temas que sirven para comprender lo que sucede en el mundo de la ciencia y que nos permitiría comprender mejor la vida cotidiana (que se desarrolla en un universo físico matemático) están en los programas de estudio, pero los mediadores, los docentes, carecen de las herramientas didácticas para aproximarlos a sus alumnos. Este hecho marca un momento crítico, en el que la mayoría de los jóvenes adquieren la información de manera parcial, muchas veces mal transmitida o inexacta, y carecen de las herramientas para analizarla. El espíritu crítico que se espera proviene de la educación formal y es a la que se apunta desde los programas de educación que la UAI promueve. En este sentido hay varios proyectos dedicados a alumnos de los niveles preescolar y primario, como *The Universe Awareness* (UNAWA, <http://unawe.org>) o el *Galileo Teaching Training Program* (GTTP, <http://galileoteachers.org/>), para nivel medio, pero otros han sido especialmente desarrollados para transferir herramientas didácticas para docentes de niveles medios o preuniversitarios, que contemplan temas que abarcan desde astronomía de posición o estaciones, hasta espectroscopía o cosmología, y que pueden ser transferidos en cualquier espacio curricular y sin elementos sofisticados, con lo cual se muestra el carácter transversal de la astronomía y la posibilidad de su enseñanza usando recursos simples, en el espacio del aula y en un tiempo acotado. Tal es el caso de la Red para la Educación de la Astronomía en la Escuela (*Network for Astronomy School Education*, NASE).

Por otra parte, uno de los objetivos de la astronomía profesional para la próxima década es asegurar la accesibilidad al conocimiento para audiencias con algún tipo de discapacidad. En este sentido, varias iniciativas están siendo desarrolladas para crear herramientas, recursos y repositorios que permitan el acceso a diversas actividades especialmente diseñadas para ciegos, sordos,

discapacitados motores, mentales, personas en hospitales, poblaciones discriminadas o en riesgo, que aseguren la igualdad de oportunidades, la inclusión y la enseñanza para la diversidad.

Si bien han sido propuestas varias líneas de acción, la base de esta presentación está en los aspectos que hacen a dos grupos de trabajo de la Comisión 1 de la UAI, los dedicados a la didáctica de la disciplina en el nivel medio de la educación y a la astronomía inclusiva.

## 2. Astronomía para el desarrollo sustentable

Cuando se piensa en la aproximación del público a la astronomía, debemos asegurarnos de transmitir los objetivos que marcan nuestras acciones en el Siglo XXI, pues en este nuevo contexto la astronomía puede ser uno de los motores que permitan lograr:

- Beneficios sociales (a través del compromiso científico);
- Desarrollo de capital humano (mediante la educación, el desarrollo de habilidades y la promoción para la elección de carreras);
- Crecimiento económico (atendiendo a la innovación);
- Mejora de la calidad de vida (a partir de la transferencia tecnológica).

Los seres humanos son complejos y están insertos en distintos entornos sociales. Por ello, hablar de acceso no equivale a hablar de desarrollo. Para el desarrollo es necesario identificar buenas prácticas, utilizar de manera eficiente los recursos y manejar riesgos.

Con esta perspectiva, y proyectando la visión para el 2021, la UAI propone el uso del denominado “ciclo de impacto” que se basa en la producción del conocimiento y su distribución a gran escala, asegurando nuevas ideas, su optimización, evaluación y generación de recursos, el estímulo de los liderazgos regionales y el auspicio de programas financiados de manera externa que permitan, además, la incorporación de otras disciplinas (Govender, 2016). Para lograr estos objetivos es fundamental el establecimiento de convenios de cooperación con organizaciones para el desarrollo. En nuestro país, la planificación de estas actividades viene de la mano de los convenios establecidos con MINCyT, CONICET, Ministerios de Educación, Direcciones Generales de Escuelas y Gobiernos Provinciales.

## 3. Red para la Educación de la Astronomía en la Escuela (NASE)

NASE es un curso auspiciado por la UAI que se dicta desde 2009 y tiene por finalidad la capacitación de docentes de nivel secundario en didáctica de la astronomía. La información completa sobre las características del curso (creado por la Dra. Rosa Ros) y todos los materiales necesarios para su desarrollo se encuentran en línea, en su página web ([www.naseprogram.org](http://www.naseprogram.org)). La modalidad de esta propuesta es teórico-práctica, con énfasis en el desarrollo de talleres en donde el “hacer” permite al docente afirmar sus conocimientos para la aplicación inmediata de los recursos en el aula, aprovechando



Figura 1: NASE-Guatemala: desarrollo del fotómetro de mancha de aceite, 2011.



Figura 2: NASE-China: Velocidad de escape y lanzamiento de cohetes, 2013.

los conceptos de la disciplina, pero aplicando las técnicas en espacios tales como matemáticas, física, química, biología, geografía, historia y filosofía.

La astronomía es una disciplina que puede ser abordada desde distintos espacios curriculares y es fundamental para iniciar a los alumnos en el estudio científico de la naturaleza. Aplicar contenidos y conceptos astronómicos en el aula resulta “no traumático”, pues los alumnos tienen un interés especial por los temas que abarca esta materia.

Los contenidos del curso se han seleccionado teniendo en cuenta todos los ejes de la astronomía de posición y la astrofísica que sean de interés para la formación de un estudiante de nivel secundario y que, además, se relacionen con la actualidad de la disciplina.

NASE se basa en el desarrollo de cuatro conferencias de temas generales (historia de la astronomía, sistema solar, vida de las estrellas y cosmología), y diez talleres, que abordan temas de astronomía de posición (la esfera celeste, coordenadas, fases de la Luna, eclipses, producción de estaciones, medición del tiempo, dimensiones, escalas, determinación de distancias, diseño y uso de instrumentos de observación astronómica) y de astrofísica (espectro electromagnético, Sol, radiaciones no visibles, la vida de las estrellas y expansión del Universo). Algunas de las actividades desarrolladas pueden verse en las Figs. 1 y 2.

Las expectativas de logro asociadas con los cursos de didáctica de la astronomía se vinculan con la capacidad de desarrollar en el alumno el sentido del espacio y el tiempo, generar espíritu crítico en torno de los temas científicos y mostrar el carácter interdisciplinario de la ciencia moderna.

El impacto esperado es amplio. A partir de la experiencia adquirida, podemos afirmar que los docentes aplican los contenidos en el aula, que muestran los logros en ferias de ciencias, exposiciones y clubes científicos, entre otros espacios, y que los contenidos no sólo se presentan en espacios curriculares de ciencias naturales, sino en otros no tradicionales, como historia y filosofía, e inclusive educación física.

El curso, además, brinda capacitación en el uso de

instrumental astronómico, por lo cual muchas escuelas, en las que hay telescopios jamás usados, logran revitalizar ese recurso.

La didáctica de la astronomía es una actividad basada en la aplicación del método científico en la enseñanza de los contenidos conceptuales y prácticos de la disciplina. El curso ha sido diseñado por astrónomos profesionales y pedagogos, a partir de los programas curriculares de astronomía de distintos países e instituciones. Cabe destacar que en Argentina la astronomía figura, ya sea como materia o con sus contenidos, en distintos niveles de la educación.

Este curso se ha dictado en América (Colombia, Perú, Paraguay, Nicaragua, Panamá, Honduras, Ecuador, Bolivia, Guatemala, Uruguay y Brasil), África (ver <http://www.astro4dev.org/blog/category/tf2/nase-africa/>) y en Asia (China). En nuestro país, NASE ha sido posible en las provincias de Santa Fe, Mendoza, Salta, Tucumán, Jujuy y Entre Ríos; los organismos que contribuyen a que este curso se desarrolle con éxito son el CONICET a nivel nacional, y los Ministerios de Educación (o Direcciones Generales de Escuelas) y las Secretarías de Ciencia y Tecnología de cada provincia. En particular, la primera edición de NASE-Argentina tuvo lugar en la Provincia de Santa Fe. Allí se dictaron en paralelo los talleres en Rosario y en Cañada de Gómez (Fig. 3), con un impacto que perdura y que es conocido gracias a las actividades inspiradas en el programa que, a lo largo de los años, los docentes de esa provincia han desarrollado.

Parte de los docentes que fueron alumnos de los talleres se desempeñan en la actualidad como capacitadores en otras provincias argentinas y en otros países de Latinoamérica, lo que demuestra la fortaleza de la propuesta y el crecimiento de la “red” de astronomía en la escuela.

### 3.1. Política de calidad de NASE

El curso NASE sigue una política inspirada en las Normas de Calidad ISO 29990-2010, relacionadas con servicios de aprendizaje para educación y entrenamiento no formal. Esto lleva a:



Figura 3: Foto Grupal: NASE–Cañada de Gómez, Santa Fe, 2010.

- Capacitar docentes de nivel primario y secundario en didáctica de la astronomía, dentro de un marco teórico-práctico, con énfasis en el desarrollo de talleres y laboratorios.
- Proveer al docente de herramientas prácticas concretas para abordar temas astronómicos en distintos espacios curriculares, aprovechando los conceptos de la disciplina, pero aplicando las técnicas en espacios tales como matemáticas, física, química, biología, geografía, historia o filosofía.
- Promover la enseñanza de la astronomía formando al profesorado (secundaria y primaria).
- Fomentar el proceso de enseñanza/aprendizaje activo de la astronomía, mediante modelos y observación de fenómenos.
- Constituir en cada provincia argentina que requiera el servicio un Grupo NASE de profesores Locales (GNL) que den el curso básico y preparen materiales para la web del programa, de manera continua.

Para lograr estos objetivos es imprescindible la revisión del Sistema de Gestión del curso a intervalos planificados para asegurar su continua conveniencia y eficacia relativos al cumplimiento de la norma internacional, la identificación del manejo de las no conformidades (desvíos), la toma de acciones correctivas y preventivas para resolver posibles o potenciales problemas, y la implementación de un sistema que identifique, evalúe y gestione los riesgos.

### 3.2. Impacto de los cursos NASE–Argentina

En la República Argentina NASE se concentra, respecto de los docentes que toman el curso, en asegurar:

- Una amplia orientación hacia el alumno, mediante la implementación de una encuesta de satisfacción.
- Una definición de objetivos y alcance de los servicios de aprendizaje ofrecidos.
- Una especificación de los medios de control de transferencia del aprendizaje.
- Evaluaciones pre- y postcurso de contenidos aprendidos, y evaluación continua del aprendizaje, realizada por los capacitadores NASE.

Resultados evaluación NASE

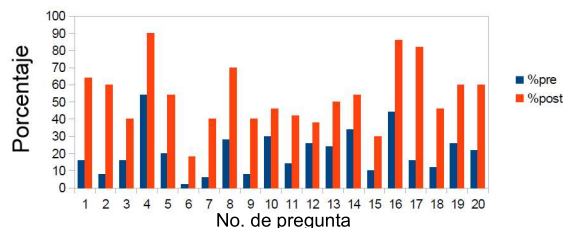


Figura 4: Evaluaciones NASE pre- y postcurso correspondientes al período 2015. Se indica el porcentaje de respuestas correctas para cada pregunta.

- Una evaluación del servicio de aprendizaje ofrecido, efectuada por Ministerios y Secretarías que administran los fondos para realizar el curso.
- Una evaluación del impacto y seguimiento de los cursos impartidos, a mediano plazo.

Es interesante notar, a partir de evaluaciones pre- y postcursos, cómo el nivel de conocimiento cambia y de qué manera la satisfacción de los docentes que asisten al curso se incrementa. En la Fig. 4 puede verse un estudio preliminar de impacto de la capacitación, correspondiente al período 2015. El estudio se realizó en base a las evaluaciones de 150 profesores, utilizando un test de opción múltiple, que incluye veinte preguntas relacionadas con los temas trabajados en todos los talleres. Se advierte un progreso evidente en la comprensión de los contenidos conceptuales y prácticos tras el desarrollo de los cursos.

En la Tabla 1 se presenta la distribución de docentes en todo el mundo que han participado de NASE. En dicha tabla se indican, por país, el período en el que el curso se desarrolló, cuántos grupos locales (GNL) se crearon, y el número de docentes y alumnos involucrados. En el período 2009–2015, en el que se ejecutaron 75 cursos, más de 2000 docentes asistieron a los talleres. Suponiendo que cada docente llega a unos 200 alumnos por año, podría estimarse que aproximadamente un millón y medio de alumnos estuvieron involucrados en actividades propuestas por NASE.

Tal como se ha mencionado, la información completa de este programa se encuentra en su página web; en ella no sólo se describen las actividades realizadas en todo el mundo, sino que incluye los materiales completos, los libros de actividades y se constituye en un repositorio de recursos que se construye a partir de las contribuciones de distintos actores: astrónomos profesionales, especialistas en educación y didáctica, y docentes que participan en NASE y generan nuevos materiales.

## 4. Astronomía para la igualdad y la inclusión

Una aproximación interdisciplinaria, con la participación de astrónomos, educadores y especialistas en discapacidad para el desarrollo de nuevas estrategias, ha permitido la creación de un grupo especial con objetivos específicos que apuntan a dar a conocer y compartir experiencias y aplicaciones recientes, exhibiciones y

Tabla 1: NASE: estadística internacional 2014

País	Período	GNL	Docentes	Alumnos
Argentina	2010–2014	3	336	250 800
Bolivia	2012–2014	2	249	78 800
Brasil	2013–2014	3	123	49 200
China	2013–2014	1	45	18 000
Colombia	2009–2014	3	286	110 800
Cuba	2014	1	24	4 800
Ecuador	2009–2014	1	155	111 000
Ghana	2013–2014	1	50	14 800
Guatemala	2012–2014	1	163	53 400
Honduras	2014	1	199	111 800
Kenia	2013–2014	1	20	8 000
Nicaragua	2010–2014	1	160	423 000
México	2013–2014	1	51	20 400
Panamá	2011–2014	1	48	38 400
Paraguay	2011–2014	1	110	58 400
Perú	2009–2014	2	238	180 400
Rumania	2014	1	43	46 400
Uruguay	2012–2014	1	69	46 400
Totales		26	2369	1 555 000

talleres, destinados a audiencias con discapacidad. Esta aproximación confirma que vivimos una era con “nuevos públicos para las ciencias” y que es necesario desarrollar recursos multisensoriales para enseñar y aprender astronomía.

La aproximación a la astronomía, sus conceptos, sus descubrimientos y la posibilidad de maravillarse frente a la comprensión del mundo natural es un derecho humano. En Argentina la promoción de este tipo de proyectos está contemplada en la ley 26 368, Convención de los derechos de las personas con discapacidad, del año 2008, y el tema ha sido abordado de diversas maneras, ya sea a través del material específico del Programa Conectar Igualdad del Ministerio de Educación, o del financiamiento de proyectos que apuntan a cubrir el déficit de recursos específicos.

La educación para la inclusión apela a un amplio rango de herramientas que transforman el cielo en un espacio al que se puede acceder a través de todos los sentidos y crea estrategias y recursos para proveer a las personas con necesidades educativas especiales o personas con discapacidad visual, auditiva y/o motora, un espacio de aprendizaje accesible.

Los recursos en este campo deben ser interesantes y educativos, sin descuidar la base de la difusión científica, y deben asegurar interacción en un contexto lúdico.

Existen iniciativas exitosas para investigar sobre las buenas prácticas en el uso de nuevas tecnologías para comunicar ciencias a audiencias especiales, crear modelos y aplicaciones, e implementar bases de datos de estos recursos. El trabajo, necesariamente interdisciplinario, permite desarrollos originales en diseño de electrónica y software, en producción de libros como *Touch the Universe: A NASA Braille Book of Astronomy* (Grice, 2002), *Every One's Universe* (Grice, 2012), o *Las Constelaciones del Zodíaco: astronomía para ciegos y disminuidos visuales* (García, 2005), en guiones y música original, en diseño de maquetas y planetarios (<http://archive.oapd.inaf.it/ariveder/>), en material es-



Figura 5: Saturno: impresión 3D.



Figura 6: Sistema Solar 3D en escala.

pecial en Braille y 3D (ver por ejemplo en las Figs. 5 y 6 un desarrollo del Sistema Solar con impresora 3D), en preparación de videos con lenguaje de señas y en recopilación de documentación.

La creación, mantenimiento y actualización de repositorios es uno de los puntos clave para lograr la accesibilidad de todos al material desarrollado pensando en la inclusión. Algunas de las iniciativas que deben destacarse son los recursos creados por el equipo de Astrónomos sin fronteras (AWB, <http://astronomerswithoutborders.org/gam2015-resources/people-with-disabilities.html>), el proyecto *Space Exploration for the Blind and Visually Impaired* ([http://analyzer.depaul.edu/SEE\\_Project/](http://analyzer.depaul.edu/SEE_Project/)), la biblioteca de imágenes táctiles del Telescopio Espacial Hubble (*Amazing Space Tactile Astronomy, a tactile image library*, <http://amazing-space.stsci.edu/tactile-astronomy/>), y, más recientemente y en construcción, la propuesta del Grupo de Trabajo sobre astronomía para la Igualdad y la Inclusión de la Comisión de Educación y Desarrollo de la UAI (CC1-WG3: <http://sion.frm.utn.edu.ar/iau-inclusion/>).

Este tipo de recursos, no demasiado explorados, asociados con una demanda social real, tiene un impacto positivo en todas las audiencias, como se puede ver en la Fig. 7, en la que un visitante en silla de ruedas se pesa en la “báscula planetaria”, inicialmente pensada para



Figura 7: Acceso en silla de ruedas a la báscula planetaria (desarrollada por ITeDA Mendoza).

ciegos.

La experiencia (diseño, implementación, instalación y puesta en funcionamiento de los módulos) integra disciplinas, permite un trabajo cooperativo, un aprendizaje mutuo y un entrenamiento de recursos humanos especializados. Uno de estos desarrollos, el Planetario para Ciegos, es una propuesta destinada a aproximar el cielo estrellado a poblaciones principalmente ciegas, a través de una experiencia multisensorial, al reproducir las condiciones de una noche de observación, apelando al oído y el olfato. Este recurso, además, está adaptado para visitantes sordos (ver Figs. 8 y 9).

Por otra parte, en 2015 se inició una actividad global, destinada a la creación de un diccionario enciclopédico universal de lenguaje de signos. Este diccionario propone la diseminación de signos asociados con términos astronómicos, comunes y únicos para todo el planeta, teniendo como premisa que el lenguaje de signos permite manejar a la vez vocabulario, gramática y es una forma de expresión. Este trabajo ha tomado como base el proyecto de Proust y colaboradores “*Les mains dans les étoiles*” (Abbou et al., 2009). Parte del desarrollo consiste en establecer, en primera instancia, una comparación entre los signos existentes en distintos países, identificar los términos astronómicos para los cuales no existe el signo correspondiente, proponer los cambios que sean necesarios para adaptar los signos a uno único para cada concepto y producir el material de apoyo que permita transmitir el significado científico correcto detrás de cada representación (ver Fig. 10).

Si bien en general estos desarrollos se asocian con actividades de difusión de la disciplina (para ámbitos tales como planetarios, museos, ferias y espacios públicos en general) y con la educación en los niveles primario y secundario, existen grupos estrechamente relacionados con centros de investigación, como la NASA o univer-



Figura 8: Planetario para ciegos: visita de alumnos de la escuela Hellen Keller de Godoy Cruz, Mendoza, durante la inauguración del recurso en 2010 (desarrollado por ITeDA Mendoza).



Figura 9: Planetario para ciegos: visita de ciegos, disminuidos visuales y docentes durante su exhibición en Tecnópolis, 2012.

sidades y con la UAI, que trabajan para asegurar la accesibilidad al material científico para astrónomos con discapacidad (ver por ejemplo [http://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/F\\_Tuning\\_in\\_Sounds\\_of\\_Space\\_5-8.html](http://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/F_Tuning_in_Sounds_of_Space_5-8.html)). En este caso, las mayores dificultades se encuentran entre la población de astrónomos ciegos: teniendo en cuenta que es una disciplina netamente visual, es necesario crear las herramientas que permitan transformar en sonido todos los recursos que son utilizados en astronomía: datos, bibliografía, páginas web, etc., y asegurar que las imágenes puedan ser recuperadas en su formato original, es decir como números en una tabla de 2 o 3 columnas.

En este campo, los trabajos pioneros de exploración de datos astrofísicos a través del sonido de Díaz-Merced y colaboradores (Díaz-Merced et al., 2008, 2011,?) (ver también <http://sourceforge.net/projects/xsonify/>) muestran un camino que debe profundizarse e involucrar a más astrónomos profesionales y especialistas en software.

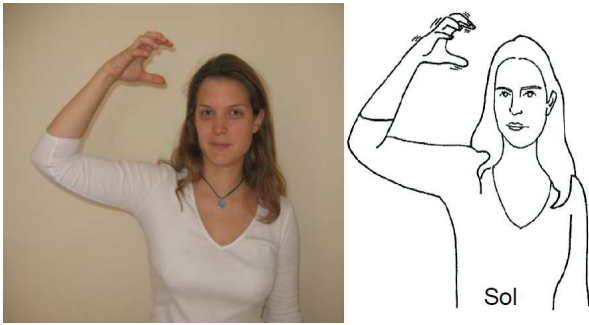


Figura 10: Diccionario enciclopédico de lenguaje de signos para astronomía: signo propuesto para “Sol”.

## 5. Conclusiones

Desde el punto de vista global, integrar el trabajo en educación de muchas personas en la Unión y más allá de ella, a partir de una mejor conexión entre las Comisiones y las Oficinas para el desarrollo y la difusión de la astronomía, permite:

- Promover la adopción de programas exitosos tales como UNawe, GTTP o NASE, basados en buenas prácticas en educación.
- Trabajar en la investigación y creación de herramientas, modelos y procesos en educación, atendiendo al estudio de calidad e impacto que muchas veces llevan a concretar trabajos de grado y posgrado en diversas disciplinas.
- Crear un repositorio de recursos, accesible tanto para profesionales como para educadores y público en general, tarea que debe atender al uso de materiales/técnicas testeados, a la evaluación de nuevas herramientas e ideas y a la revisión a partir del intercambio con los usuarios, especialmente bajo el asesoramiento de astrónomos ciegos y sordos.

El retorno e impacto en las diferentes audiencias y en diferentes ámbitos será uno de los indicadores que permitirán la mejora de este tipo de propuestas.

Según lo expresado, educar en astronomía implica:

- **Investigación** adecuada de herramientas, modelos, calidad e impacto de programas de capacitación y de evaluación en educación de la astronomía.
- **Innovación** en la formación de profesores y adaptación de planes de estudio y métodos pedagógicos al núcleo de conocimientos básicos, atendiendo a los cambios sociales y a los correspondientes cambios en la actitud de los jóvenes.
- **Desarrollo** de estrategias de promoción para potenciar la educación en ciencias a partir de la enseñanza de la astronomía.

Finalmente, la divulgación de la producción académica existente en estas líneas de trabajo, pocas veces conocida, y la preparación de repositorios de herramientas y materiales es una tarea de todos. En ese sentido, varios grupos ya están trabajando de manera coordinada, con especial énfasis en asegurar la igualdad de oportunidades, considerar la diversidad, defender la identidad y enseñar a conservar uno de los patrimonios intangibles de la humanidad: el cielo estrellado.

*Agradecimientos:* La autora agradece a los miembros del Comité Científico de la 58a. Reunión de la AAA por la invitación especial que ha permitido dar a conocer este trabajo. El permanente soporte del MINCyT para la exhibición de ciertos desarrollos en espacios públicos, del CONICET, quien auspicia NASE en Argentina, y de la UAI, que brinda continuo apoyo a las actividades de la Comisión de Educación y Desarrollo, es profundamente apreciado. Parte de los trabajos presentados han sido financiados por el CONICET (Proyecto de Divulgación Científica 4575), por la UTN Regional Mendoza (Proyecto Homologado 25J-074) y por la Oficina para el Desarrollo de la Astronomía de la UAI (TF3: *Sign Language Universal Encyclopedic Dictionary*). Los desarrollos originales del ITeDA Mendoza no hubieran sido posibles sin el trabajo de su personal (Javier Maya, Alexis Mancilla, Silvina Pérez Álvarez y Delia Santa María) y de los becarios del mismo (Diana Yelós y Ángel Cancio).

## Referencias

- Abbou D., et al., 2009, Les mains dans les étoiles: Dictionnaire encyclopédique d’astronomie pour la Langue des Signes Française. Burillier
- Díaz-Merced W., et al., 2008, Sun and Geosphere, 3, 42
- Díaz-Merced W., et al., 2011, Bulletin of the American Astronomical Society, AAS Meeting 218, 43, 131
- Díaz-Merced W., et al., 2011, Proceedings IAU Symposium 285, 43, 133
- García B., 2005, Las constelaciones del zodiaco: astronomía para ciegos y disminuidos visuales. Facultad de Educación Elemental y Especial – UNCuyo, UniRedes y Observatorio Pierre Auger
- Govender K., 2016, Proceedings of the IAU-XXIX-GA, Hawaii, USA, 2015
- Grice N., 2002, Touch the Universe: A NASA Braille Book of Astronomy. NASA
- Grice N., 2012, Everyone’s Universe: A Guide to Accessible Astronomy Places. NASA