

¿Qué nos dicen los programas de secundaria sobre la enseñanza de la astronomía en la Provincia de Salta? Continuidades y discontinuidades con el Diseño Curricular

What do secondary school syllabi tell us about the teaching of astronomy in the Province of Salta? Continuities and discontinuities with the curriculum design

Hugo Sebastián Zerpa^{1 2 3*}

¹Facultad de Ciencias Exactas, Dpto. De Física, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta Argentina.

²Observatorio Astronómico "Prof. Elvio Alanís" Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150.

³Instituto de Educación Media "Dr. Arturo Oñativia", Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150.

*E-mail: zerpahs@gmail.com

Resumen

La inclusión de la materia física y astronomía en el nivel secundario de la Provincia de Salta llevó a los y las docentes de física a buscar formación específica en el área. El contacto con estos docentes permitió advertir ciertas diferencias entre los programas de la materia de cada institución. El objetivo de este trabajo es identificar las continuidades y discontinuidades entre el Diseño Curricular Jurisdiccional y los contenidos de nueve programas de Física y Astronomía. Para ello se analizó el diseño curricular, identificando tanto los temas que aparecen con mayor frecuencia, como los omitidos en los programas. Los resultados muestran que, en promedio, los programas sólo incluyen un 30% de los contenidos del diseño curricular. Los temas con mayor presencia son los vinculados al Sistema Solar, mientras que existen coincidencias entre los temas de astrofísica no incluidos.

Palabras clave: Enseñanza de la astronomía; Diseño curricular; Programas de astronomía del nivel secundario.

Abstract

The inclusion of Physics and Astronomy at the secondary level in the Province of Salta prompted physics teachers to seek specialized training in the field. Interaction with these teachers revealed notable differences between the subject syllabi across various institutions. The aim of this study is to identify the continuities and discontinuities between the Jurisdictional Curriculum Design and the content of nine Physics and Astronomy syllabi. To this end, the curriculum design was analyzed, identifying both the most frequently addressed topics and those omitted from the syllabi. The results show that, on average, the syllabi cover only 30% of the curriculum's content. The topics most commonly included are related to the Solar System, while there are consistent omissions of certain astrophysics topics.

Keywords: Teaching of Astronomy; Curriculum Design; Secondary Level Astronomy Program.

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Salta existen dos carreras de profesor en física, una provincial y otra universitaria. La primera, con un plan de estudios vigente desde 2014 se dicta principalmente en el Instituto del Profesorado de Salta N° 6005. En ocasiones, la carrera se habilita en otros institutos de distintas localidades, aunque sólo por periodos acotados. El profesorado universitario funciona desde el año 1987, el plan actual es de 1997.

Respecto a la formación en astronomía, el profesorado provincial cuenta con una materia específica denominada Astrofísica en el cuarto año de la carrera, con una carga horaria de 6hc semanales, dictada de forma cuatrimestral. En el profesorado universitario los temas de astronomía posicional y astrofísica están incluidos en la asignatura Física Moderna II, de modalidad cuatrimestral, correspondiente al tercer año de la carrera con una carga horaria de 10 horas reloj.

El nivel secundario cuenta con diferentes modalidades y orientaciones. En particular, la modalidad bachiller ofrece las orientaciones en Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Economía, Lengua, Agro Ambiente, Turismo e Informática. La astronomía está presente en el primer año de la modalidad bachiller, como parte del espacio curricular Física en el eje cuatro denominado “La Tierra, el universo y sus cambios”. En el quinto año de la orientación en Ciencias Naturales, se incluye el espacio curricular “Física y Astronomía” (FyA) con una carga horaria de cuatro horas cátedra por semana (cada hora cátedra equivale a cuarenta minutos).

La entrada en vigencia del Diseño Curricular Jurisdiccional en el año 2012, generó un aumento de la demanda de profesores y profesoras de física por parte de las instituciones educativas. En paralelo los y las docentes del área, demandaron capacitación en astronomía. La interacción de miembros del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Salta con el grupo de docentes permitió identificar diferencias entre los programas de la materia en distintas instituciones educativas. A partir de esta observación, se propuso investigar en detalle la situación, algunas de las preguntas que surgieron y que se abordan en el presente trabajo son: ¿En qué medida los programas incluyen los temas propuestos por el diseño curricular?, ¿Qué contenidos aparecen con más frecuencia en los programas de astronomía de secundaria?, ¿Cuáles son los temas ausentes?, ¿En qué medida estos temas coinciden con los reportados en investigaciones sobre la materia?

Existen trabajos que investigaron las características de los diseños curriculares y planes de estudio de la formación inicial de profesores, en cuanto a los contenidos de astronomía. En estudios recientes, Camino *et al.* (2022) realizaron un relevamiento y análisis de los planes de estudio de los profesorados de física de Argentina. Al respecto Merlo *et al.* (2023) sostienen que:

del análisis de los contenidos puede inferirse que en general no hay expuestos en forma clara principios nucleadores para la selección de contenidos, sino que los diseños y planes presentan largos listados de temas, organizados en forma clásica, con un grado muy diverso de generalidad, desde detalles a grandes principios, que parecen compendios de índices de libros. (Merlo et al., 2023, pp. 318-319)

Por su parte, diversos autores mencionan el vínculo que debería existir entre los diseños curriculares de los profesorados y los diseños curriculares del nivel secundario (Camino *et al.*, 2022; Giuliano *et al.*, 2012; Luna, 2012). Este vínculo también debería extenderse a los programas de estudio del nivel secundario. El presente trabajo tiene por objeto conocer los vínculos entre el diseño curricular jurisdiccional de educación secundaria y los programas de estudio. Al comparar los resultados con otras investigaciones puede brindarnos indicios de continuidades y discontinuidades entre los diseños curriculares de diferentes niveles educativos.

II. METODOLOGÍA

El trabajo se realizó con un enfoque cualitativo. Se busca generar un diagnóstico de la situación de la enseñanza de la astronomía en el nivel secundario a partir del análisis de los programas de estudio de diferentes instituciones educativas de la provincia. El objetivo de tal diagnóstico es contar con información para la planificación de acciones en este campo, tales como capacitaciones para docentes y propuestas de mejoras en diseños curriculares de los diferentes niveles educativos.

El estudio se llevó a cabo mediante el análisis del Diseño Curricular Jurisdiccional para la Educación Secundaria de la Provincia de Salta (DCJ) y nueve programas del nivel secundario. En cuanto al DCJ, se identificaron sub ejes, se

contabilizó el contenido y se identificaron ausencias. Luego se compararon con los programas de secundaria; en particular, la cantidad de temas incluidos, las ausencias y la distribución en unidades.

III. SOBRE EL DISEÑO CURRICULAR

El DCJ organiza el contenido de la materia Física y Astronomía en tres ejes:

- Eje 1: Observando el cielo
- Eje 2: Sistema Solar y exploración espacial
- Eje 3: Las estrellas y las galaxias

En las Tablas I, II y III se muestran los temas incluidos en cada eje, el agrupamiento en sub-ejes es propio y se utilizará en cuadros posteriores.

TABLA I. Temas incluidos en el Eje 1 del DCJ. Se proponen subgrupos para realizar un posterior análisis.

<i>Eje 1 – Observando el cielo</i>			
Eje 1.1	Eje 1.2	Eje 1.3	Eje 1.4
El cielo a simple vista Esfera celeste para el lugar: líneas, planos, puntos principales. Movimiento general diario. Coordenadas horizontales y ecuatoriales: manejo de mapas celestes Constelaciones: origen, leyendas, delimitación actual. Magnitudes aparentes.	Radiación electromagnética Mencionar espectros: tipos de espectros. Análisis espectral Corrimiento Doppler. La absorción y el pasaje por la atmósfera (ventana y la comunicación por radio) Otras fuentes: Partículas (rayos cósmicos, polvo, etc.)	Instrumental astronómico (1): Colectores (telescopios y radiotelescopios) Instrumental astronómico (2): Detectores (ojo humano, fotografía, fotómetros, cámaras CCD)	Las escalas del Universo. Concepto espacio – tiempo

TABLA II. Temas incluidos en el Eje 2 del DCJ. Se proponen subgrupos para realizar un posterior análisis.

<i>Eje 2: Sistema solar y exploración espacial</i>		
Eje 2.1	Eje 2.2	Eje 2.3
Los distintos tipos de fuerzas: fuerza gravitatoria. Fuerzas magnéticas y fuerza nuclear. El sistema geocéntrico y heliocéntrico (de Ptolomeo a la Revolución Copernicana) Esquema general del Sistema Solar. Movimiento de rotación y traslación del sistema Solar. Movimiento aparente anual del Sol. Eclíptica, zodiaco. Fases lunares, eclipses. Leyes del movimiento. Ley de gravitación universal. Leyes de Kepler. Tipos de Órbitas	Física Solar. Leyes de radiación. Estructura solar: Núcleo, generación de energía, transporte de energía (zona radiactiva y convectiva) Neutrinos Fotosfera, Corona. Actividad. Viento Solar. Heliopausa. Rotación solar. Observación directa del Sol. Manchas solares. Características dinámicas y físicas de los planetas.	Satélites naturales. Exploración planetaria (sondas espaciales) Cuerpos menores: Asteroides, Cometas y meteoros. Polvo interplanetario. Origen del Sistema Solar. Origen del sistema Tierra-Luna. Exploración espacial astronáutica. Reseña histórica: Cohetes y satélites artificiales. Telecomunicaciones, estaciones espaciales. Viajes interplanetarios.

TABLA III. Temas incluidos en el Eje 3 del DCJ. Se proponen subgrupos para realizar un posterior análisis.

<i>Eje 3: Las estrellas y las galaxias</i>
--

Eje 3.1	Eje 3.2	Eje 3.3
Distancias estelares. Magnitud absoluta. Características físicas: luminosidad, temperatura, radios. Estructura. Generación de energía. Evolución. Enanas. Gigantes y Supergigantes. Explosiones estelares y nebulosas. Generación de elementos pesados. Estados finales: enanas blancas, pulsares y agujeros negros. Cúmulos estelares.	Vía Láctea: reseña histórica, dimensiones, dinámica de una galaxia. Distancias cósmicas Galaxias: tipos, estructura. Galaxias: rotación y materia oscura, núcleos activos, colisiones, cuásares Agrupamientos de galaxias y estructura jerárquica. Grupo Local.	Expansión del universo. Corrimiento Doppler y ley de Hubble. Teorías cosmológicas. Dominio de la radiación y la materia Radiación de fondo. Formación de elementos Formación de Galaxias. Geometría del universo, curvatura del espacio. Balance de materia.

Se contabilizó un total de 57 contenidos. Por área los valores son:

- Eje 1: 15 contenidos.
- Eje 2: 22 contenidos.
- Eje 3: 20 contenidos.

Observando la cantidad de temas se puede decir que es un programa ambicioso. Por lo tanto, nos preguntamos: ¿es posible desarrollar en un año lectivo todos los temas propuestos en el diseño curricular? Basta con hacer una simple cuenta para advertir lo titánica que sería tal empresa.

El calendario escolar 2023 para el nivel secundario de la provincia de Salta contó aproximadamente con 45 semanas. Descontando el receso escolar de julio, mesas de exámenes, período de intensificación y recuperación a fin de año, quedan aproximadamente 34 semanas. Por lo tanto, en el hipotético caso en el que la metodología adoptada por un docente le permitiera avanzar con un tema por semana, sólo podría desarrollar 34 de los 57 temas que incluye el DCJ. Este escenario ficticio no contempla que muchos de los temas de astronomía necesitan tiempo para ser interpretados y comprendidos por los estudiantes. Tal escenario no contempla las evaluaciones y las recuperaciones que tienen lugar durante cada trimestre y que se intensifican al llegar el cierre de cada una de estas etapas.

Se advierten las siguientes ausencias en el DCJ: Arqueoastronomía, Astronomía Cultural, Teoría General de la Relatividad, Historia de la Astronomía y Astrobiología. Sorprende que no se mencione al tiempo como una magnitud y los métodos de medición. Salvo la Teoría General de la Relatividad, el resto de las ausencias identificadas coinciden con lo observado por Camino *et al.* (2022) al analizar los diseños curriculares y programas de estudio de los profesorado de Física de nuestro país.

Suponer la incorporación de los temas ausentes y más precisión en otros, implica un aumento de la cantidad de temas. La cantidad de contenidos y la reducción de las horas efectivas de clases, pone en primer plano la tarea docente en el diseño de los programas.

IV. SOBRE LOS PROGRAMAS ANALIZADOS

Los programas de estudio de las materias constituyen un compromiso entre docentes y estudiantes, instituciones educativas y familias en cuanto a los conocimientos, capacidades y competencias que se pretende desarrollar en cada espacio curricular. Se trata de una hoja de ruta que en algunos casos se sigue al pie de la letra y en otras ocasiones es una guía, permitiendo el trabajo de temas emergentes vinculados a la materia. Para el presente trabajo se analizaron nueve programas de la materia Física y Astronomía de ocho instituciones educativas públicas y una privada, principalmente de la ciudad de Salta.

Los programas fueron facilitados por docentes que participaron del curso de extensión “Lo aparente y lo real desde una perspectiva local. Astronomía de posición y Didáctica de la Astronomía” realizado durante el 2023 en la Universidad Nacional de Salta. De los nueve docentes, seis tienen formación de profesor de física, los otros tres poseen titulación en: Ingeniería Civil, Profesor en Ciencias Biológicas e Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Otro dato de interés es el que siete docentes tienen, además, horas cátedra en otras materias distintas de Física y FyA. Respecto a la titulación de los docentes de física, se observa que tres son egresados del profesorado de la provincia y tres se formaron en el profesorado de la universidad.

La estructura de los programas varía entre las instituciones educativas, aunque existen ciertos elementos comunes, tales como: objetivos, competencias y capacidades, criterios de evaluación, contenido, recursos didácticos y bibliografía.

Se observa que ocho programas organizan el contenido en tres unidades, sólo uno lo hace en cuatro. Es posible que con esta organización se pretenda desarrollar una unidad por trimestre. En línea con el análisis del sistema curricular se enumeraron los temas presentes en cada programa y se decidió sobre la pertenencia a uno de los ejes del DCJ.

A. Descripción y comparación de los programas

¿Cómo organizar la información contenida en los programas de manera que permita identificar y comparar decisiones metodológicas en la secuenciación y selección de contenidos? Para la confección de la Tabla IV se tomó como referencia los tres ejes del DCJ y los sub-ejes mencionados en las Tablas I, II y III. En la fila correspondiente a cada programa, se utilizó la notación U1, U2, U3 y U4 para indicar en qué unidad se incluyen los temas del sub-eje asociado a cada columna. De este modo, es posible identificar la secuenciación de los temas y el momento del ciclo lectivo en el que se desarrollan.

TABLA IV. Se muestran los sub-ejes incluidos y su ubicación en los programas de secundaria.

Programa	Eje 1 Observando el cielo				Eje 2 Sistema solar y exploración espacial			Eje 3 Las estrellas y las galaxias		
	E1.1	E1.2	E1.3	E1.4	E2.1	E2.2	E2.3	E3.1	E3.2	E3.3
P1					U3 – U1					U1
P2					U1					U1
P3	U2		U2		U2 y U1			U3	U3	U3
P4	U1	U2	U3		U1 y U2		U2	U2	U2	U3
P5			U1		U1 y U2			U3	U1 - U4	U4
P6			U2		U1 y U2			U3	U3	U3
P7	U1	U1	U1		U1 - U2			U3	U3	U3
P8			U1		U2			U3	U3	U3
P9	U2		U2		U2					

Los programas P1, P2, P6 y P10 incluyen temas que no están presentes en el DCJ, tales como: ondas, óptica geométrica, relatividad y física nuclear. Ocho de los programas analizados no incluyen temas de arqueoastronomía, astrobiología, historia de la astronomía y astronomía cultural. Estas ausencias muestran una continuidad entre los programas, el DCJ de secundaria y los planes de estudio de los profesorados analizados por Camino *et al.* (2022). El programa P7 es la excepción, dado que incluye temas de historia de la astronomía y arqueoastronomía. Propone también, métodos de observación y experiencias prácticas tales como, el trabajo con gnomon, uso del globo terráqueo paralelo y trabajos con simuladores. Es preciso decir que el autor del presente artículo fue también co-autor del programa P7 cuando se desempeñó como docente de la materia FyA, y que los docentes del establecimiento decidieron mantenerlo con algunas modificaciones.

Existen diferencias entre el ordenamiento del contenido en el DCJ y los programas. Se observa que siete programas incluyen temas del sub-eje 2.1 en la primera unidad. Esto se debe a que en dicho sub-eje se encuentran los temas: “Movimiento aparente del Sol, eclíptica y constelaciones zodiacales”, que por lo general se desarrollan en la unidad uno.

La unidad 3 de seis programas incluyen temas de astrofísica (Eje 3). La Tabla IV muestra que los sub-ejes 1.4 y 2.2 no figuran en ninguno de los programas.

Observar los temas de la unidad 1 permite conocer los contenidos priorizados por los docentes para iniciar el curso de Física y Astronomía. Dos programas (P4 y P7) inician con el desarrollo del conocimiento del cielo a simple vista, la esfera celeste y la ubicación del observador. Los programas P5 y P8 inician con la observación astronómica y la descripción de instrumentos astronómicos. El programa 2 inicia por movimiento aparente, Luna y constelaciones. En resumen, en la unidad uno: cuatro programas desarrollan temas del Eje 1, tres incluyen contenidos del Eje 2 y cuatro programas incorporan temas del Eje 3.

Un caso particular es el programa P2 dado que incluye temas de los tres ejes en la unidad 1, luego en las unidades 2 y 3 desarrolla temas que no están incluidos en el DCJ.

B. Sobre la selección de temas en los programas

¿Cuán importante es el recorte que realizan los docentes al diseñar el programa? ¿Cuáles son los temas que más aparecen en los programas de Física y Astronomía? ¿Cuáles son los temas que no se incluyen? La Tabla V nos permite obtener una respuesta a la primera cuestión.

TABLA V. Comparación de cantidad de temas del DCJ incluidos en cada programa.

Programa	DCJ	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Cantidad de temas	57	12	10	35	16	19	10	23	20	5

Se puede observar que todos los programas analizados han realizado un recorte respecto a los temas que se proponen en el DCJ. Nos preguntamos cuáles son los temas que se decidieron incluir y cuáles se excluyeron. La Figura 1 muestra cuál es la frecuencia de aparición de cada tema.

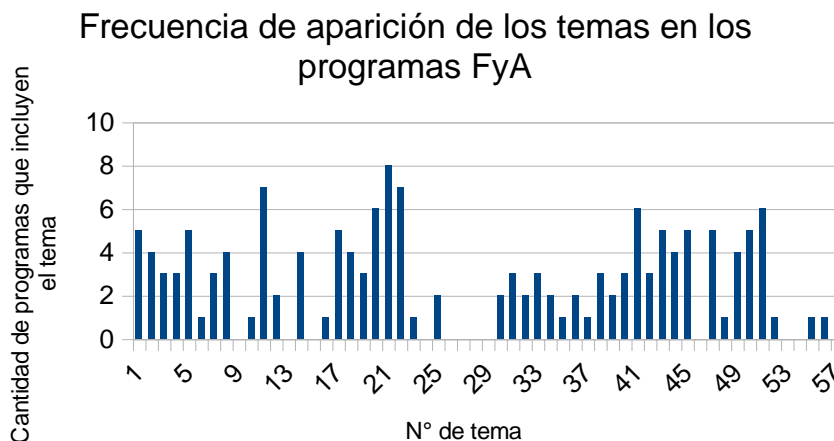


FIGURA 1. Muestra la frecuencia de aparición de cada tema en los programas de FyA.

La Tabla VI muestra cuáles son los temas con mayor aparición y cuáles son los que no se incluyeron en ningún programa.

La información de la Tabla VI es muy reveladora, al menos localmente, en cuanto a lo que se enseña y lo que no se enseña en astronomía en las instituciones educativas. Si bien sólo se trata de 9 programas, la información nos permite plantearnos interrogantes respecto a los criterios de selección y las razones de la inclusión y exclusión de temas. En cuanto a los temas con mayor aparición se observa coincidencia con los resultados obtenidos por Camino *et al.* (2022) para los diseños curriculares de los profesorados, incluso está en sintonía con lo encontrado en un relevamiento de las producciones científicas en el área de la Didáctica de la Astronomía en Colombia (Valderrama, Navarrete Flórez, Torres Merchán y Vera Villamizar, 2021).

Respecto de las ausencias, si bien los temas corresponden a los tres ejes propuesto por el DCJ, es posible incluirlos en la categoría Astrofísica. Los datos que se muestran en el cuadro son muy contundentes respecto de las decisiones de los docentes al momento de realizar la selección de temas, sin embargo, no permiten inferir las razones del recorte.

TABLA VI. Temas con mayor y menor frecuencia de aparición.

<i>Frecuencia de aparición</i>	<i>Cantidad de temas</i>	<i>Temas</i>	<i>Eje</i>
8	1	Leyes del movimiento. Ley de gravitación universal.	2
7	2	Instrumental astronómico (1): Colectores (telescopios y radiotelescopios)	1
		Leyes de Kepler. Tipos de órbitas	2
6	3	Fases lunares, eclipses.	2
		Evolución. Enanas. Gigantes y Supergigantes.	3
		Teorías cosmológicas.	
0	12	Corrimiento Doppler. Otras fuentes: Partículas (rayos cósmicos, polvo, etc.) Concepto espacio – tiempo	1
		Leyes de radiación. Fotosfera, Corona. Actividad. Viento Solar. Heliopausa. Rotación solar. Observación directa del Sol. Manchas solares.	2
		Distancias cósmicas. Radiación de fondo. Formación de elementos. Balance de materia.	3

V. REFLEXIONES FINALES

Si bien se trata de un estudio sobre pocos programas del nivel secundario, la información obtenida permitió identificar relaciones entre el DCJ del nivel secundario y los programas de Física y Astronomía. Se observa que el DCJ contiene una gran cantidad de temas y que los docentes realizan un recorte importante, existiendo programas con sólo 5 temas y otros con 35 sobre un total de 57 del DCJ. En promedio los programas incluyen sólo un 30% de los temas propuestos por el DCJ. El recorte de temas es más realista respecto al tiempo efectivo con el que cuentan los y las docentes para desarrollarlos. Otro aspecto observado es la organización de los contenidos: no parecen existir criterios compartidos en este aspecto. Los datos obtenidos revelan que los temas vinculados al Sistema Solar son los que más presencia tienen en los programas, coincidiendo con estudios realizados sobre los planes de estudio de los profesorado. Aún quedan aspectos de los programas por analizar, tales como la bibliografía, objetivos y metodologías, cuestión en la que se está trabajando, así como en ampliar la cantidad de programas. Será de interés conocer en futuras investigaciones cuáles son los criterios que aplica cada docente en la selección de contenidos. La información obtenida en esta aproximación a la enseñanza de la astronomía en la provincia de Salta permitirá diagramar capacitaciones en el mediano plazo y poner en discusión algunos aspectos del DCJ del nivel.

REFERENCIAS

- Camino, N., Bravo, B., Bustos Fierro, I., De Biasi, M., Corti, M., Merlo, D., Paolantonio, S. y Álvarez, M. (2022). Astronomía en la formación inicial de profesores en física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 34(extra), 65-73.
- Giuliano, M., Giacosa, N., Concari, S., Giorgi, S., Marchisio, S., Meza, S., Lucero, I. y Catalán, L. (2012). Caracterización de docentes a cargo de la formación docente inicial en Física en Argentina. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE*, 17(55), 1233-1266.
- Iglesias, M., Quinteros, C. y Gangui, A.. (2008). *Astronomía en la escuela: situación actual y perspectivas futuras*. Actas de la 15a Reunión Nacional de Educación en la Física, publicado por la Asociación de Profesores de Física de la Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/242263826_ASTRONOMIA_EN_LA_ESCUELA_SITUACION_ACTUAL_Y_PERSPECTIVAS_FUTURAS

Luna, Virginia. (2012). Formación docente en Física: un acercamiento a los códigos institucionales desde el análisis de planes de estudio. *Itinerarios educativos*, 6(6), 72-90.

Merlo, D. C., De Biasi, M. S., Corti, M. A., Paolantonio, S., Camino, N. E., Bustos Fierro, I., Bravo, B. y Álvarez, M. P. (2023). Diagnóstico sobre la enseñanza de la astronomía en Argentina (segunda parte). *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía*, 64, 317-319.

Valderrama, D. A., Navarrete Flórez, D., Torres Merchán, N. y Vera Villamizar, N. (octubre 2021). *Enseñanza de la astronomía en Colombia: aportes y desafíos*. Documento presentado en IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogotá, Colombia.