

# Revisión de Investigación Educativa en Astronomía en Educación Infantil y Primaria desde 2009 hasta 2019

María Sonia Blanco-Chamorro <sup>a</sup>  
Mercedes Varela-Losada <sup>b</sup>  
María Lorenzo-Rial <sup>b</sup>  
Uxío Pérez-Rodríguez <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Consellería de Cultura, Educación e Universidade, Xunta de Galicia (Pontevedra, España)

<sup>b</sup> Universidad de Vigo (Pontevedra, España)

*Recibido para publicación 29 ago. 2021. Aceptado tras revisión 22 jul. 2022*

*Editor designado: Renato P. dos Santos*

## RESUMEN

**Contexto:** En las últimas décadas se ha investigado una amplia variedad de aspectos relacionados con los fenómenos astronómicos, aunque en comparación con otros temas de investigación este no es un campo muy activo. A ello se suma que gran parte de dicha investigación es con alumnado de educación secundaria o universitario, no abundando los trabajos que aborden las etapas más tempranas. **Objetivo:** El objeto de este trabajo es hacer una revisión narrativa y bibliométrica de los artículos en revistas científicas de impacto sobre trabajos de Enseñanza de la Astronomía desde el año 2009 hasta 2019 en las etapas de Educación Infantil (0-6 años) y Educación Primaria (6-12 años), usando como marco conceptual las *Big Ideas* en Astronomía (Lelliott & Rollnick, 2010). Las finalidades son caracterizar dichos estudios, indagar sobre cómo la investigación sobre la educación en Astronomía ha fomentado nuestra comprensión de su aprendizaje y analizar qué metodologías y marcos teóricos son los más frecuentes en estos estudios. **Diseño:** Se lleva a cabo una revisión sistemática narrativa y bibliométrica de la literatura con ayuda de software específico para tal fin (bibliometrix y VOSviewer). **Entorno y participantes:** Para localizar los artículos a analizar se utiliza la base de datos de recursos ERIC - Education Resources Information Center. Se seleccionan trabajos de investigación en lengua inglesa centrados en las etapas educativas de Educación Infantil y/o Primaria cuyo foco de estudio sea una o varias de las Big Ideas. Deben estar publicados entre los años 2009 y 2019 en revistas dedicadas a la didáctica de las ciencias experimentales e indexadas en JCR (2019). **Recogida y análisis de datos:** Los datos se recogen de forma sistemática empleando un instrumento descriptivo de codificación. Se lleva a cabo un análisis bibliométrico, proporcionando información básica sobre los artículos analizados, revistas de procedencia, tendencia por años de las publicaciones sobre la

---

Autor correspondiente: Uxío Pérez-Rodríguez. Email: [uxio.perez@uvigo.es](mailto:uxio.perez@uvigo.es)

temática, publicaciones por países y colaboración internacional, número de citas de los artículos y redes de coautoría, publicaciones por año y género, identificación de los conceptos más tratados a través de nubes de palabra y redes de conceptos clave combinados con análisis cluster. Asimismo, se analizan cuestiones como los marcos conceptuales más frecuentes, los niveles educativos correspondientes a los artículos y las *Big Ideas* más estudiadas. **Resultados:** hay poca investigación en revistas internacionales sobre la Enseñanza de la Astronomía en las etapas educativas analizadas, y prácticamente no hay artículos que se centren en Educación Infantil. La revista que más ha publicado sobre la temática es con diferencia International Journal of Science Education, y la mayoría de los estudios son de USA y publicados por mujeres. La autora con mayor impacto a nivel mundial es Julia D. Plummer. Los marcos conceptuales más frecuentes son los de concepciones y modelos mentales. El análisis cluster de las palabras clave ha permitido identificar cuatro campos temáticos: modelos mentales y cambio conceptual, concepciones astronómicas de profesorado y estudiantado, ciencia y escuela y otros aspectos relevantes en la enseñanza de la Astronomía. Las *Big Ideas* más estudiadas son el sistema Tierra-Sol-Luna (combinado o no con las estrellas) y el día y la noche. **Conclusiones:** Se ha analizado la investigación de mayor impacto internacional de los últimos años sobre Enseñanza de la Astronomía en Educación Infantil y Primaria, describiendo sus características y analizando sus centros de interés, y mostrando que esta cuestión no recibe una gran atención en la literatura.

**Palabras clave:** revisión; enseñanza de la astronomía; estudio bibliométrico; Grandes Ideas; educación infantil y primaria.

## **Revisão da Investigação Educacional em Astronomia na Primeira Infância e Ensino Primário de 2009 a 2019**

### **RESUMO**

**Contexto:** Uma grande variedade de aspectos relacionados com fenómenos astronómicos tem sido investigada nas últimas décadas, embora em comparação com outros tópicos de investigação, este não seja um campo muito activo. Além disso, grande parte desta investigação tem sido realizada com estudantes do ensino secundário ou universitário, e há falta de trabalho a tratar das fases mais precoces. **Objectivo:** O objectivo deste trabalho é realizar uma revisão narrativa e bibliométrica de artigos em revistas científicas de impacto na Educação Astronómica de 2009 a 2019 nas fases de Educação Infantil (0-6 anos) e Ensino Primário (6-12 anos), utilizando as *Grandes Ideias* em Astronomia (Lelliott & Rollnick, 2010) como quadro conceptual. Os objectivos são caracterizar estes estudos, investigar como a investigação sobre a educação em astronomia tem contribuído para a nossa compreensão da aprendizagem da astronomia, e analisar que metodologias e quadros teóricos são mais prevaletentes nestes estudos. **Desenho:** Uma revisão narrativa sistemática e bibliométrica sistemática da literatura é realizada com a ajuda de

software específico para este fim (bibliometrix e VOSviewer). **Definição e participantes:** A base de dados de recursos ERIC - Education Resources Information Center é utilizada para localizar os artigos a serem analisados. Os trabalhos de investigação são seleccionados em língua inglesa, centrando-se nas fases educacionais da Primeira Infância e/ou do Ensino Primário, cujo foco de estudo é uma ou mais das *Grandes Ideias*. Devem ser publicadas entre 2009 e 2019 em revistas dedicadas ao ensino das ciências experimentais e indexadas em JCR (2019). **Recolha e análise de dados:** Os dados são recolhidos sistematicamente utilizando um instrumento de codificação descritivo. É realizada uma análise bibliométrica, fornecendo informação básica sobre os artigos analisados, revistas de origem, tendências por ano de publicações sobre o assunto, publicações por país e colaboração internacional, número de citações dos artigos e redes de co-autoria, publicações por ano e género, identificação dos conceitos mais tratados através de nuvens de palavras e redes de conceitos-chave combinados com a análise de agrupamento. São também analisadas questões como os quadros conceptuais mais frequentes, os níveis educacionais correspondentes aos artigos e as *Grandes Ideias* mais estudadas. **Resultados:** há pouca investigação em revistas internacionais sobre Educação Astronómica nas fases educacionais analisadas, e praticamente não há artigos centrados na Educação da Primeira Infância. A revista que mais publicou sobre o assunto é de longe o *International Journal of Science Education*, e a maioria dos estudos são dos EUA e publicados por mulheres. A autora com o maior impacto a nível mundial é Julia D. Plummer. Os quadros conceptuais mais frequentes são concepções e modelos mentais. A análise de agrupamento das palavras-chave identificou quatro campos temáticos: modelos mentais e mudança conceptual, concepções astronómicas de professores e estudantes, ciência e escola, e outros aspectos relevantes da educação astronómica. As *Grandes Ideias* mais estudadas são o sistema Terra-Sol-Lua (combinado ou não com estrelas) e o dia e a noite. **Conclusões:** Analisámos a investigação com maior impacto internacional nos últimos anos sobre a Educação Astronómica no Ensino Infantil e Primário, descrevendo as suas características e analisando os seus centros de interesse, e mostrando que esta questão não recebe muita atenção na literatura.

**Palavras-chave:** revisão; educação astronómica; estudo bibliométrico; *Grandes Ideias*; primeira infância e educação primária.

## INTRODUCCIÓN

La Astronomía y los distintos aspectos que engloba, han sido siempre temas que despiertan el interés del alumnado ya desde las etapas iniciales. Ya en 1920 Piaget llevó a cabo los primeros estudios relacionados con la Astronomía, investigando como las niñas y niños conciben los fenómenos astronómicos. En dos de sus libros (Piaget, 1929, 1972) recoge las ideas que los infantes tienen sobre la Tierra y la causa del fenómeno Día-Noche. Su

trabajo aporta comprensión sobre cómo los fenómenos no intuitivos que nos rodean pueden explicarse, apoyándose también en el trabajo de psicólogos.

Sin embargo, los contenidos astronómicos son difíciles de aprender, no sólo para las niñas y niños pequeños (Solbes & Palomar, 2013) sino también para las personas adultas (Comins, 2003). El estudiantado tiene concepciones e ideas profundamente arraigadas que se interponen en el camino del aprendizaje de la ciencia (Duit & Treagust, 2003).

Las publicaciones en las diferentes revistas científicas y de investigación, representan los intereses y los diferentes enfoques de los investigadores. En las últimas décadas, se ha investigado una gran variedad de aspectos relacionados con los fenómenos astronómicos, aunque en comparación con otros temas de investigación este no es un campo muy trabajado (Adams & Slater, 2000; Stahly, Krockover & Shepardson, 1999). Cuestiones como los aspectos histórico-astronómicos, esenciales para la formación del estudiantado, son tratadas sin el menor rigor histórico (Autor 4). No es frecuente, además, que se en este campo se realicen, como sería aconsejable, *“atividades significativas de aplicação em sala de aula que desenvolvam a capacidade de matematizar situações reais, propondo atividades articuladas com outras áreas do conhecimento, estabelecendo relações entre os problemas do meio em que vive o estudante”* (C. K. da Silva & Groenwald, 2015).

A todo ello se suma que gran parte de la investigación que se lleva a cabo sobre estas temáticas es con alumnado de educación secundaria o universitario, no abundando los trabajos que aborden las etapas más tempranas, a pesar de existir interesantes ejemplos (Azevedo et al., 2013; Santos & Mackedanz, 2019) entre los que se pueden destacar las Comunidades de Práctica como posibilidad de innovaciones en la investigación en enseñanza de la astronomía en los años iniciales (J. A. da Silva & Bartelmebs, 2013). Es por ello que aquí se pretende centrar esta revisión en los estudios que abordan las etapas iniciales, Educación Infantil (0-6 años) y Educación Primaria (6-12 años).

El marco fundamental con el que se trabaja es el de las *Big Ideas*. Dicho concepto proviene del Proyecto 2061, que se estableció en 1985 por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), con el propósito de ayudar a todos los estadounidenses a alcanzar una educación apropiada en las ciencias, en las matemáticas y en la tecnología.

Estas *Big Ideas*, que hacen referencia a conceptos clave en Astronomía, son las siguientes:

- Tierra
- Ciclo Día-noche
- Sistema Tierra-Sol-Luna
- Sistema Solar
- Estrellas
- Estaciones
- Gravedad
- Conceptos de tamaño y distancia

Las Grandes Ideas tienen un amplio poder explicativo en este campo, establecen conexiones entre conceptos aislados y tienen el potencial de desarrollarse a lo largo del tiempo a medida que el alumnado las entiende de forma cada vez más sofisticada (Anderson et al., 2008). Algunas representan temas que se enseñan en los centros educativos puesto que vienen recogidos en los currículos de las diferentes etapas educativas, o despiertan gran interés como el ciclo día-noche, las estaciones, etc.

En este estudio no se analizan todas estas ideas. Concretamente, se elimina el concepto de *gravedad*, puesto que esta no se aborda entre los contenidos a tratar en los niveles educativos españoles de Educación Infantil y Primaria, recogidos en los respectivos Decretos de Currículo analizados (*Decreto 330/2009, de 4 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia, 2009; Decreto 105/2014, de 4 de septiembre, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia, 2014*).

El presente trabajo consiste en una revisión de la literatura publicada en el campo de la Astronomía, teniendo como punto de partida y referencia fundamental la última revisión existente similar, que analizó publicaciones desde el año 1974 hasta el 2008 (Lelliott & Rollnick, 2010). Aquí se abarcan los once años siguientes (2009-2019).

Las preguntas clave que nos hacemos para que nos sirvan de guía son las siguientes:

- ¿Cómo la investigación sobre la educación en astronomía ha fomentado nuestra comprensión del aprendizaje de aspectos de la astronomía?
- ¿Qué metodologías y marcos teóricos han utilizado los investigadores para comprender el aprendizaje de la astronomía?

## METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

El presente estudio es una revisión sistemática narrativa y bibliométrica de la literatura. Como se ha indicado, el trabajo similar previo más relevante sobre el tema es la revisión de Lelliot y Rollinck (2010), quienes analizaron artículos hasta el año 2008, siendo el objetivo de este artículo actualizar dicho trabajo al día de hoy.

Para localizar los artículos a analizar se utilizó el buscador ERIC (Centro de Información de Recursos Educativos). Los criterios empleados para la selección de trabajos fueron los siguientes:

- Trabajos de investigación en los que una o varias de las Big Ideas son el foco de estudio
- Estudios dedicados a las etapas educativas de Educación Infantil y/o Primaria (pueden incluir además otras etapas)
- Artículos publicados entre los años 2009-2019
- Sólo revistas de investigación dedicadas específicamente a la didáctica de las ciencias experimentales indexadas en JCR (2019)
- Artículos en lengua inglesa

Usando como palabras clave “*education*”, “*learning*” y “*teaching*” aparecen en ERIC un total de 249 resultados, seleccionando como descriptor “Astronomy”. Aplicando los criterios establecidos en la Tabla 1 quedaron un total de 19 artículos que cumplen los requisitos. Dichas publicaciones se revisaron utilizando el instrumento descriptivo de codificación para la recogida de datos que se puede consultar en el Anexo I.

El análisis bibliométrico se llevó a cabo empleando el paquete bibliometrix 3.0.3 (Aria & Cuccurullo, 2017) para R versión 4.0.3 y el software VOSviewer 1.6.16 (van Eck & Waltman, 2010), ambos para Microsoft Windows. Se utilizaron para proporcionar información básica sobre los artículos analizados, revistas de procedencia, tendencia por años de las

publicaciones sobre la temática, publicaciones por países y colaboración internacional, número de citas de los artículos y redes de coautoría, publicaciones por año y género, identificación de los conceptos más tratados a través de nubes de palabra y redes de conceptos clave combinados con análisis cluster.

Además se valoran cuestiones como los marcos conceptuales más frecuentes, los niveles educativos correspondientes a los artículos y las *Big Ideas* más estudiadas.

## RESULTADOS

### Información bibliométrica sobre los estudios

A continuación, se presenta información bibliométrica sobre los estudios analizados. En la Tabla 1 se muestra un resumen de la información básica del conjunto de estos trabajos.

**Tabla 1**

*Resumen de los resultados básicos de la búsqueda*

Descriptor	Resultados
Total documentos	19
Total revistas	6
Keywords Plus (ID)	62
Author's Keywords (DE)	56
Número de publicaciones por año	1.73
Media de citas por documento	15.47
Autores/as	35
Documentos por autor/a	0.54
Autores/as por documento	1.84
Coautores/as por documento	2.32
Índice de colaboración	2.29

### *Revistas de procedencia*

En la Tabla 2 se muestran las revistas de las que se han extraído los artículos. La que más ha publicado sobre la temática es con diferencia *International Journal of Science Education*, de la que proceden casi dos

tercios de los artículos analizados, y sería la *core source* según la Ley de Bradford (Figura 1).

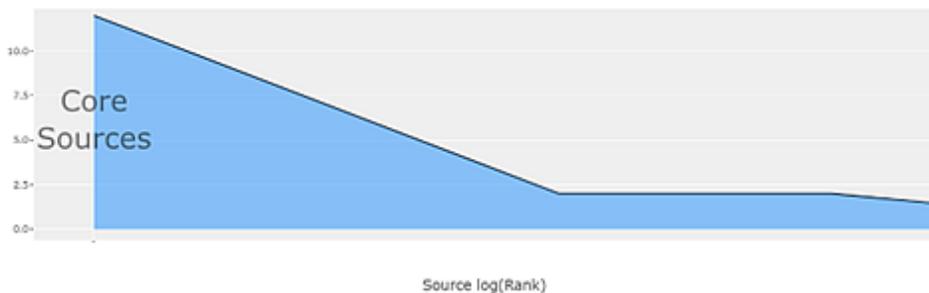
**Tabla 2**

*Artículos por revista*

Revista	Nº artículos encontrados
International Journal of Science Education	12
Journal of Research in Science Teaching	2
Science Education	2
International Journal of Science and Mathematics Education	1
Research in Science Education	1
Studies in Science Education	1

**Figura 1**

*Core sources según la Ley de Bradford*



*Tendencia por años de las publicaciones sobre la temática*

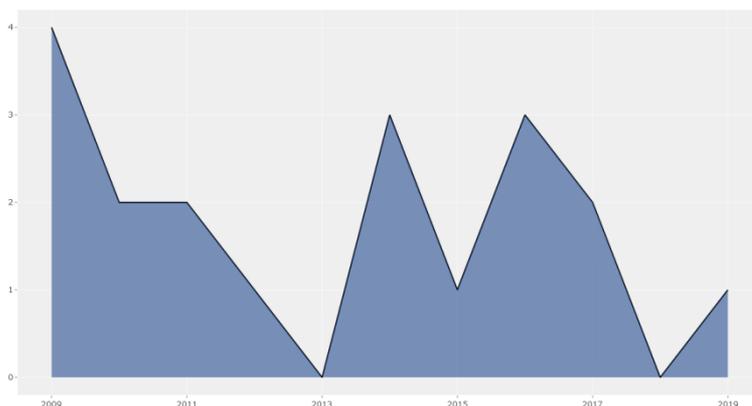
En la Figura 2 se puede observar cómo se publican pocos artículos al año sobre la temática analizada. El año en el que se produce un mayor número es 2009, Año Internacional de la Astronomía, con 4 artículos. Hay dos años en los que no se publica ninguno.

### *Publicaciones por países*

Tal y como se aprecia en la Figura 3, es en EEUU donde más se investiga sobre Astronomía. En la Figura 4 se observan las colaboraciones entre países.

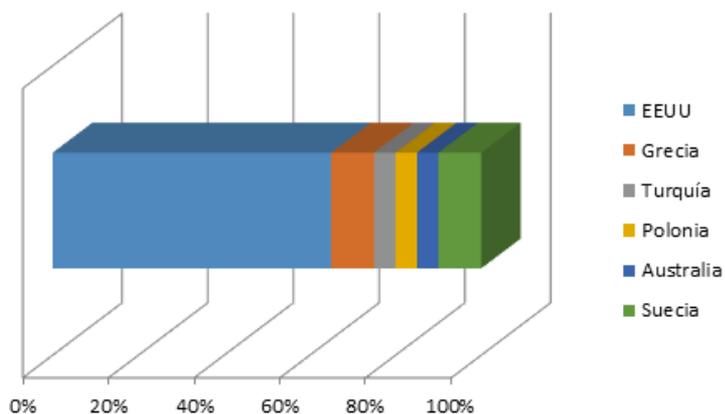
**Figura 2**

*Número de publicaciones por año*



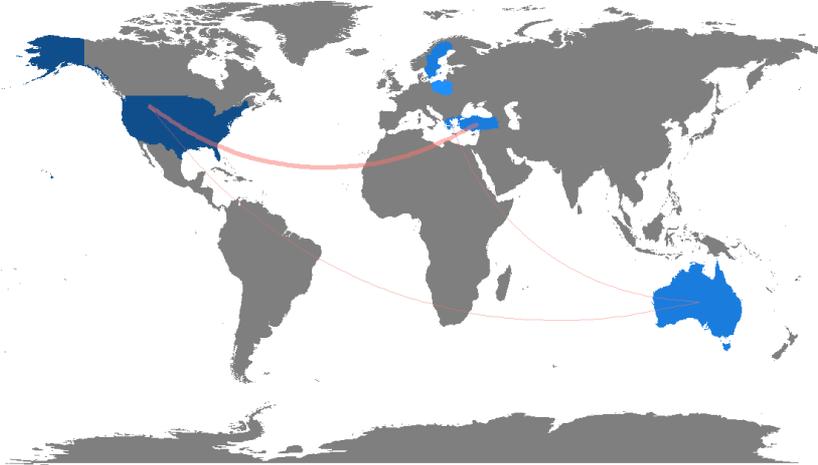
**Figura 3**

*Publicaciones por países*



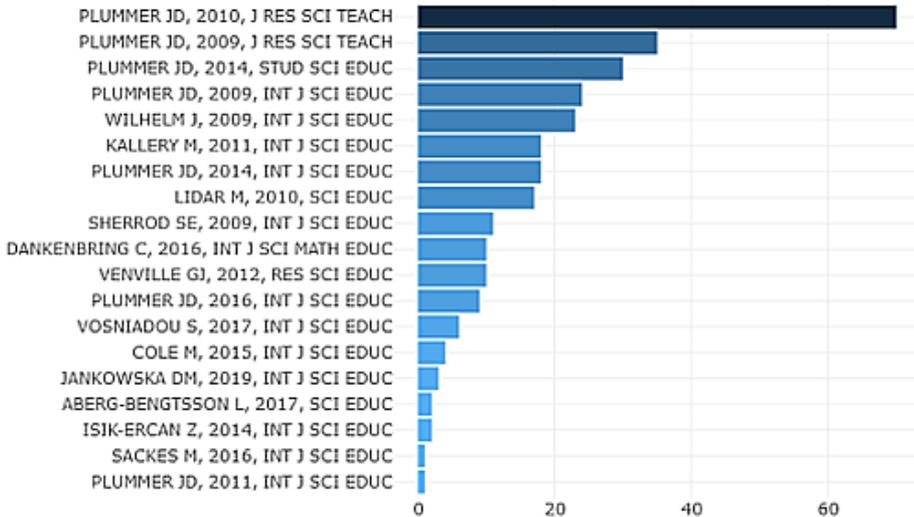
## Figura 4

*Colaboraciones entre países*



## Figura 5

*Citas recibidas por los artículos*

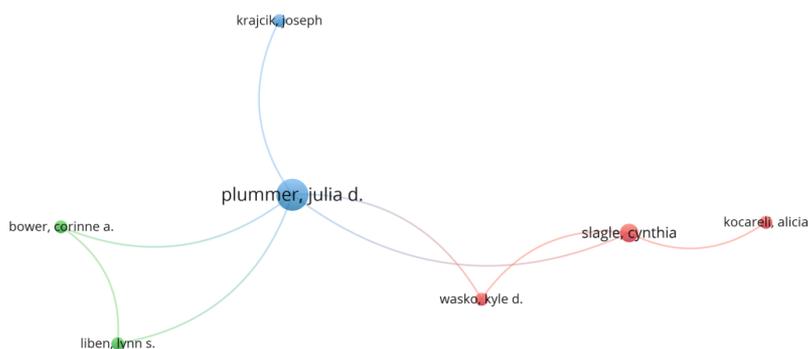


### *Número de citas de los artículos*

En la Figura 5 puede verse que las publicaciones más citadas son las de Julia Diane Plummer como primera autora, profesora asociada de la Pennsylvania State University. En la Figura 6 se muestra su red de coautoría correspondiente a los artículos seleccionados.

### **Figura 6**

*Red de coautoría de Julia D. Plummer*



### *Publicaciones por año y genero de las personas autoras*

Atendiendo a la Figura 7 se puede constatar que la mayoría de los estudios y publicaciones en revistas de investigación durante los años que abarca este estudio están firmados por mujeres.

### *Metodologías de los artículos*

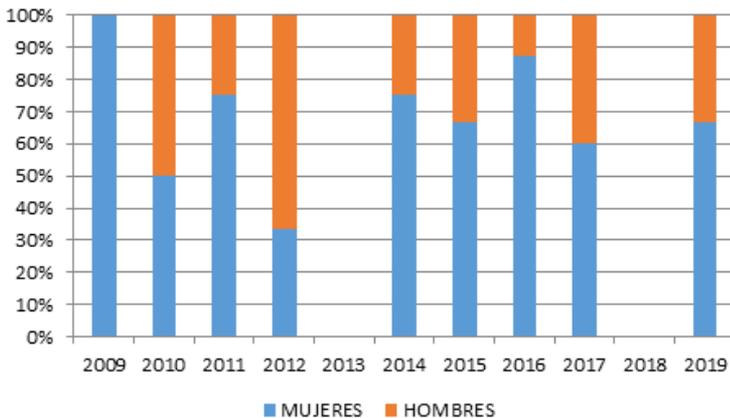
La clasificación de las metodologías utilizadas por los investigadores en diseños de investigación cuantitativos y cualitativos resultó ser algo difícil, ya que en algunos de los estudios se utilizaron métodos mixtos y otros de difícil clasificación.

Analizando los resultados tal y como se recoge en la Figura 8, la mayoría de las metodologías utilizadas son de corte cualitativo con intervención, seguido de estudios de corte cualitativo y en menos número los estudios cuantitativos. Los estudios de corte cualitativo con intervención son

principalmente secuencias de aprendizaje o intervenciones en planetario (Plummer, 2009b; Plummer & Krajcik, 2010). En cuanto a los estudios cuantitativos, son para determinar la importancia del dialogo o el efecto del género para el aprendizaje de conceptos astronómicos.

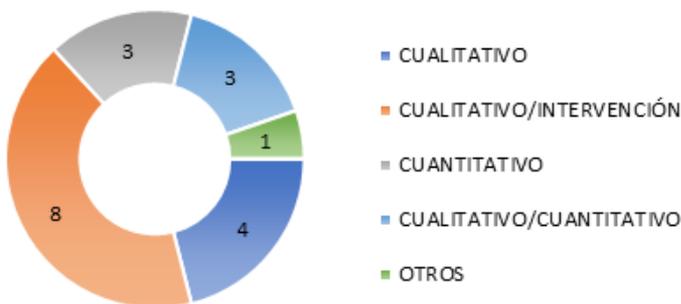
**Figura 7**

*Publicaciones y género*



**Figura 8**

*Metodologías de los estudios*



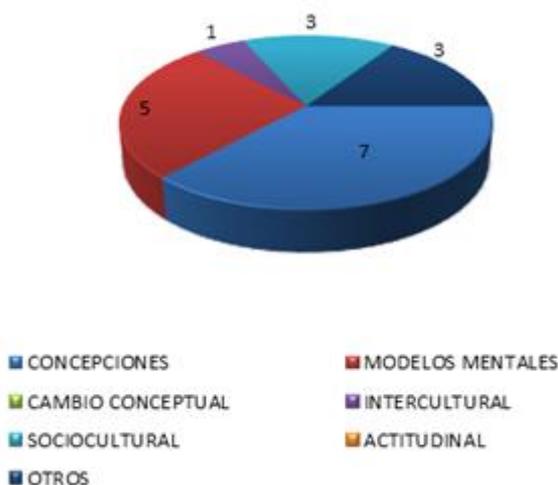
Lo que sí se puede destacar claramente es la tendencia a hacer estudios de intervención, algunos de los cuales tienen una duración solo de una semana como el estudio llevado a cabo en un campamento por Plummer et al. (2016), y otros son de corte longitudinal, aunque la mayoría se refieren a un período de meses.

### *Clasificación por marco conceptual*

Al igual que las metodologías, los marcos teóricos adoptados por los investigadores fueron difíciles de clasificar, ya que la mayoría de las personas autoras no explicitaron esta cuestión en sus investigaciones. Resaltando, tal y como se recoge en la Figura 9, que principalmente los estudios se clasifican en dos categorías: *concepciones* y *modelos mentales*. Un modelo mental es la representación interna y única de un hecho, una cosa o un fenómeno por parte de un individuo (Pirnay-Dummer, Ifenthaler & Seel, 2012). Otro marco teórico es el de las *teorías socioculturales*. De tipo *intercultural* solo hay un estudio comparativo de alumnado turco y estadounidense. El resto se agrupó en una categoría denominada *Otros*.

**Figura 9**

*Marcos conceptuales*

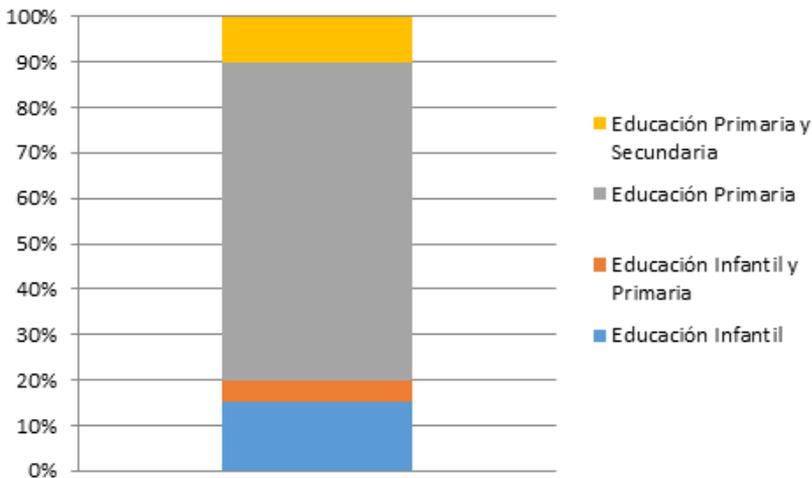


### *Etapas educativas de los artículos*

La mayoría de los estudios encontrados se llevan a cabo en la etapa de Educación Primaria (6-12 años), muchos más que en Educación Infantil (0-6 años) (Figura 10). Recuérdese que no forma parte de los objetivos del estudio analizar trabajos correspondientes a Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años), pero se incluyen en la gráfica aquellos estudios que utilicen también datos de Educación Primaria.

### **Figura 10**

*Etapas educativas investigadas en los artículos*



### **Palabras clave (Keywords Plus) de los artículos**

En la Figura 11 se muestra una nube de palabras empleando los *Keywords Plus* que Web of Science asigna a los artículos. En ella aparecen palabras correspondientes a las *Big Ideas* (Earth, Moon, phases, night cycle), así como algunas de las principales temáticas que se tratan en estos artículos, como se tratará más adelante (modelos mentales, cambio conceptual...).



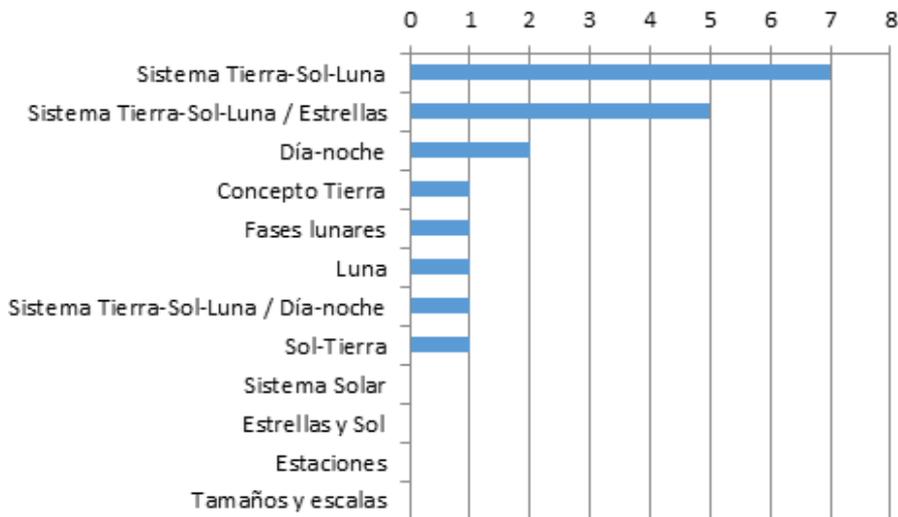
- Rojo: aspectos relacionados con modelos mentales, cambio conceptual, conocimiento...
- Azul: concepciones astronómicas de profesorado y estudiantado.
- Amarillo: ciencia y escuela.
- Verde: diversos aspectos relevantes en la enseñanza de la astronomía como perspective-taking, visualización, fases...

### Clasificación de los artículos por Big Ideas

La mayor parte de los estudios examinaron más de una gran idea dentro de la astronomía, en lugar de investigar un solo tema en profundidad (Figura 13).

**Figura 13**

*Grandes Ideas*



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede destacar que el sistema tierra-sol-luna es el más estudiado en los artículos publicados,

seguido de los que combinan este sistema con el estudio de las estrellas. El tercer puesto es para el día y la noche.

En las tablas 3a a 8b se muestra la información de los artículos clasificados por revista, con el resumen de los seleccionados de cada una, organizados por el nombre del autor/a principal y año. Este es el resultado de la recopilación de datos empleando el instrumento recogido en el Anexo I.

**Tabla 3a**

*Artículos de International Journal of Science Education. Clasificación de los estudios.*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Tipo Estudio</b>	<b>Etapa</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Plummer</b>	2009a	EEUU	Cualitativo/ intervención	EP/ ESO	Entrevistas
<b>Sherrod &amp; Wilhelm</b>	2009	EEUU	Cuantitativo	EP/ ESO	LPCI
<b>Wilhelm</b>	2009	EEUU	Cuantitativo	EP	LPCI GSA
<b>Kallery</b>	2011	Grecia	Cualitativo/ intervención	EI	8 actividades 3 unidades
<b>Plummer, Wasko &amp; Slagle</b>	2011	EEUU	Cualitativo/ intervención	EP	Entrevistas
<b>Isik-Ercan, Zeynep Inan, Nowak &amp; Kim</b>	2014	EEUU	Cualitativo	EP	Software 3D
<b>Plummer, Kocareli &amp; Slagle</b>	2014	EEUU	Cualitativo/ intervención	EP	Entrevistas DBR
<b>Cole, Wilhelm &amp; Yang</b>	2015	EEUU	Cualitativo/ cuantitativo	EP	LPCI encuestas
<b>Saçkes, Smith &amp; Trundle</b>	2016	EEUU/ Turquía	Cualitativo/ cuantitativo	EI	Entrevistas
<b>Plummer et al.</b>	2016	EEUU	Cualitativo	EP	Entrevistas
<b>Vosniadou &amp; Skopeliti</b>	2017	Grecia	Cualitativo/ intervención	EP	Texto entrevistas
<b>Jankowska, Gajda &amp; Karwowski</b>	2019	Polonia	Cualitativo/ cuantitativo	EI	TCIA TCT-DP

**Tabla 3b**

*Artículos de International Journal of Science Education. Contenido de los estudios*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusiones/ Implicaciones</b>
<b>Plummer</b>	2009	Concepciones	Investigar el desarrollo de conceptos desde Educación Primaria y Secundaria sin instrucción específica	No hay diferencias al comparar los resultados de Educación Primaria y Secundaria	Necesidad de investigar estrategias de instrucción para mejorar la comprensión movimiento celeste
<b>Sherrod &amp; Wilhelm</b>	2009	Concepciones	Determinar en qué medida el dialogo en el aula ayuda a entender las fases lunares	El dialogo es el marco óptimo para reconstruir la comprensión	La investigación indica que la comprensión se confirma o reforma al compartir conocimientos
<b>Wilhelm</b>	2009	Concepciones	Informar el efecto del género en el aprendizaje medible usando una unidad didáctica de investigación sobre la Luna	Ambos géneros presentan igual ganancia en pre test y post test	No hay aumento significativo de la comprensión de ningún grupo en los dominios conceptuales
<b>Kallery</b>	2011	Concepciones	Familiarizar al alumnado de EI sobre conceptos astronómicos: esfericidad tierra/día-noche/sol/luna	Enfoque de estudio fructífero, éxito intervención	Recomendación de inclusión de la intervención en plan estudios EI
<b>Plummer, Wasko &amp; Slagle</b>	2011	Modelos mentales	Explicar astronomía a través de marcos de referencia	Más capacidad post instrucción	Se necesita investigación adicional
<b>Isik-Ercan, Zeynep Inan, Nowak &amp; Kim</b>	2014	Concepciones	Investigar si visualización 3D apoya aprendizaje astronomía y percepciones	Comprensión conceptos mejor después de la unidad didáctica	Es un estudio piloto sobre potencial visualización 3D
<b>Plummer, Kocareli &amp; Slagle</b>	2014	Otros	Investigar la importancia de instrucción a las conexiones entre	Respalda la hipótesis de que la instrucción mejora la comprensión	Necesidad de andamiaje adicional

			observaciones tierra-espacio		
<b>Cole, Wilhelm &amp; Yang</b>	2015	Modelos mentales	Examinar vínculo entre desempeño estudiantes en diarios lunares y LPCI	Estudiantes con más entradas diario lunar obtienen más puntuación LPCI	Docentes y estudiantes se benefician del uso de diarios lunares
<b>Saçkes, Smith &amp; Trundle</b>	2016	Intercultural	Describir/comparar conocimiento de observación día/noche entre niños turcos-EEUU	Similitudes en el conocimiento observacional de las 2 culturas	Conceptos y habilidades científicas mejor representados en los programas EE.UU. que programa turco, resultados sugieren que esta ventaja no se tradujo en diferencias rendimiento entre estadounidenses y turcos.
<b>Plummer et al.</b>	2016	Otros	Estudiar vínculo entre toma perspectiva-explicación astronómica	Perspectiva basada Tierra puede explicarse marco referencia espacial	Estudio proporciona nuevos conocimientos sobre razonamiento espacial
<b>Vosniadou &amp; Skopeliti</b>	2017	Concepciones	Investigar concepciones con comprensión de textos expositivos no intuitivos	Participantes proporcionan explicaciones ciclo día/noche en prueba previa incongruente con explicación científica recordaron -información y generaron + inferencias inválidas. Análisis de explicaciones posteriores prueba indicó que participantes formaron nuevos conceptos erróneos concepciones fragmentadas y sintéticas obtenidas investigación desarrollo.	Investigaciones deben replicar los resultados con alumnado mayor
<b>Jankowska, Gajda &amp;</b>	2019	Modelos mentales	Explorar papel de capacidades	La imaginación visual creativa predice el	Primer estudio en abordar el

<b>Karwowski</b>	creativas en construcción modelos mentales	conocimiento/comprensión espacio	papel de la creatividad
------------------	--	----------------------------------	-------------------------

**Tabla 4a**

*Artículos de Journal of Research in Science Teaching. Clasificación de los estudios.*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Pais</b>	<b>Tipo Estudio</b>	<b>Etapas</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Plummer</b>	2009b	EEUU	Cualitativo/intervención	EP	Planetario
<b>Plummer &amp; Krajcik</b>	2010	EEUU	Cualitativo/intervención	EP	Entrevistas

**Tabla 4b**

*Artículos de Journal of Research in Science Teaching. Contenido de los estudios*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusiones/Implicaciones</b>
<b>Plummer</b>	2009b	Concepciones	Investigar como instrucción mejora comprensión del movimiento celestial aparente	Método exitoso para mejorar descripción de estudiantes del movimiento celestial aparente	La instrucción planetaria lleva a descripciones más sofisticadas
<b>Plummer &amp; Krajcik</b>	2010	Otros	Desarrollar una progresión de aprendizaje para big ideas	Muestra que la instrucción enfocada desarrolla una comprensión más avanzada	Este trabajo es un avance en la literatura sobre el conjunto de trayectorias del movimiento celeste aparente

**Tabla 5a***Artículos de Research in Science Education. Clasificación de los estudios.*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Tipo Estudio</b>	<b>Etapas</b>	<b>Instrumento</b>
Venville, Louisell & Wilhelm	2012	Australia	Cualitativo	EI/EP	Entrevistas

**Tabla 5b***Artículos de Research in Science Education. Contenido de los estudios*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Grandes Ideas</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusiones/ Implicaciones</b>
Venville, Louisell & Wilhelm	2012	Luna	Sociocultural	Examinar el conocimiento sobre la Luna con un marco teórico multidimensional	Fuerte relación entre niños, entorno y construcción de ideas sobre la Luna	Las ideas están condicionadas por entorno, interacción social, actividades culturales

**Tabla 6a***Artículos de Science Education. Clasificación de los estudios.*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Tipo Estudio</b>	<b>Etapas</b>	<b>Instrumento</b>
Lidar, Almqvist & Östman	2010	Suecia	Otros	EP	Encuesta
Åberg-Bengtsson, Karlsson & Ottosson	2017	Suecia	Cualitativo/ intervención	EP	Ilustraciones

**Tabla 6b***Artículos de Science Education. Contenido de los estudios*

<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Grandes Ideas</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusiones / Implicaciones</b>
Lidar, Almqvist & Östman	2010	Tierra	Sociocultural	Ilustrar cómo un enfoque pragmático permite	Perspectiva sociocultural. Es posible	La forma en que las preguntas se hacen inteligibles

				tener cuenta papel situación/experiencias	tener en cuenta papel experiencias personas, así como situación con respecto creación de significado , hacer que problemas y preguntas sean inteligibles , y en el uso de artefactos.	dirigirá la creación de significado y cuando se usa un artefacto para responder preguntas, no es el artefacto en sí mismo, sino el uso específico del artefacto que media la acción
<b>Åberg-Bengtsson, Karlsson &amp; Ottosson</b>	2017	Fases lunares	Sociocultural	Interpretar/ analizar uso de ilustraciones fases lunares	La mayoría de los estudiantes son capaces de dar sentido a los rasgos más importantes de las ilustraciones	Las fases lunares son de difícil comprensión en esta etapa educativa. El estudio indica que el tipo de imagen que se usa para ilustrar este fenómeno puede contribuir a dicha dificultad. El docente debe ser consciente de las ideas alternativas y tener claro difícil que puede ser cambiar entre una perspectiva basada tierra y una espacial. Relacionarse con las experiencias

de los niños al ver la Luna llena por la noche puede ser un punto de partida fructífero.

**Tabla 7a**

*Artículos de Studies in Science Education. Clasificación de los estudios.*

Autoría	Año	País	Tipo Estudio	Etapas	Instrumento
Plummer et al.	2014	EEUU	Cualitativo/ intervención	EP	Entrevistas

**Tabla 7b**

*Artículos de Studies in Science Education. Contenido de los estudios*

Autoría	Año	Grandes Ideas	Marco Teorico	Objetivo	Resultado	Conclusiones/ Implicaciones
Plummer et al.	2014	Sistema Tierra-Sol-Luna/Estrellas	Modelos mentales	Desarrollar un marco de progresión aprendizaje que integre: cognición, instrucción evaluación	El pensamiento espacial ayuda a definir el progreso en dos mapas de construcción, DCM y fases lunares, dentro del LP más grande. Los dos mapas de construcción ilustraron el papel del pensamiento espacial en los elementos que definen un LP: cognición, instrucción y evaluación.	Se necesita trabajo adicional para facilitar el uso por parte de los maestros de mapas de construcción para establecer conexiones entre el plan de estudios y el apoyo al aprendizaje de los estudiantes.

**Tabla 8a**

*Artículos de International Journal of Science and Mathematics Education. Clasificación de los estudios.*

Autoría	Año	País	Tipo Estudio	Etapa	Instrumento
Dankenbring & Capobianco	2016	EEUU	Cualitativo	EP	Entrevistas dibujos

**Tabla 8b**

*Artículos de International Journal of Science and Mathematics Education. Contenido de los estudios*

Autoría	Año	Grandes Ideas	Marco Teórico	Objetivo	Resultado	Conclusiones/ Implicaciones
Dankenbring & Capobianco	2016	Sol-tierra	Modelos mentales	Dilucidar/examinar modelos mentales de estudiantes en relación sol-tierra	Muestran las concepciones fragmentadas de los estudiantes	Dibujo+explicación es un enfoque eficaz para determinar la comprensión conceptual en ciencias

### **Las Big Ideas en los artículos seleccionados**

#### *Las concepciones de la Tierra*

Solo uno de los 19 artículos seleccionados trabaja este tema (Lidar et al., 2010), partiendo de un estudio de Nussbaum y Novak (1976). Este trabajo se refiere a cómo es posible tener en cuenta el papel de la situación y las experiencias dentro de una perspectiva sociocultural sobre el aprendizaje cuando se hace un análisis de la elaboración de significados de los niños. El objetivo es ilustrar cómo un enfoque basado en el pragmatismo y en las obras de Wittgenstein permite tener en cuenta tanto el papel de la situación como el de las experiencias dentro de una perspectiva sociocultural sobre el aprendizaje. En las grabaciones de vídeo de alumnos y alumnas de segundo y cuarto a quinto grado que trabajan en parejas se estudia la creación de significados utilizando un análisis epistemológico práctico, es decir, de qué hablan los niños como algo relevante y qué experiencias relatan al responder a las preguntas.

### *Sistema Tierra-Sol-Luna*

Esta es la Gran Idea que más se repite en los diferentes artículos, 7 son los que abordan este sistema (Cole et al., 2015; Isik-Ercan et al., 2014; Jankowska et al., 2019; Plummer, 2009a; Plummer et al., 2014; Sherrod & Wilhelm, 2009; Wilhelm, 2009), puesto que son temáticas que se recogen en los currículos de las diferentes etapas educativas.

El estudio llevado a cabo por Plummer en 2009 (2009a) sobre la comprensión del alumnado de los patrones de movimiento celeste aparente desde una perspectiva basada en la Tierra tiene relación con el que la misma autora lleva a cabo en el 2014 (Plummer, 2014), en el que trata de investigar la importancia de proporcionar apoyo instructivo a las conexiones entre las observaciones basadas en la Tierra y las explicaciones basadas en el espacio para aprender a explicar el DCM (movimiento celeste diario). Explica las descripciones basadas en la Tierra del movimiento aparente del Sol, la Luna y las estrellas utilizando la rotación diaria de la Tierra. Los resultados, que proporcionan una visión de cómo aprenden los niños/as, respaldan que la instrucción debe hacer que los estudiantes aprendan tanto las observaciones basadas en la Tierra como las explicaciones basadas en el espacio, ya que centrarse en un único marco de referencia da lugar a explicaciones menos sofisticadas.

Tal y como afirman Sherrod y Wilhem (2009), el discurso en el aula proporciona el marco óptimo para que los estudiantes reflexionen profundamente sobre sus antiguas ideas erróneas y reconstruyan su comprensión sobre la causa de las fases lunares. Chin y Brown (2000, p. 109) propusieron que, si los profesores “proporcionan indicaciones y andamios contextualizados y se anima a los estudiantes a hacer preguntas, predecir y explicar durante las actividades”, es más probable que el aprendizaje se produzca a un nivel más profundo.

Isik-Ercan et al. (2014) resaltan la importancia de la visualización 3D puesto que estimula el interés por el espacio y apoya el aprendizaje de astronomía y las percepciones de las niñas y niños y los maestros y maestras.

Jankowska et al. (2019), por su parte, exploran el papel de las capacidades creativas en la construcción de modelos mentales del espacio. Los modelos mentales permiten a los estudiantes comprender lo que causa los fenómenos, los factores que lo influyen y como controlarlo (Greca & Moreira, 2002). Se derivan de las experiencias personales y los significados generados por esas experiencias; son exclusivos de un individuo.

Cole et al. (2015) examinan el uso de diarios lunares y el Inventario Conceptual de Fases Lunares (LPCI) (Lindell & Olsen, 2002). Puesto que crean un vínculo entre las experiencias del aula y el mundo natural que los estudiantes experimentan diariamente, y mejoran el conocimiento de las fases lunares y la capacidad espacial.

### *Sistema Tierra-Sol-Luna y estrellas*

Los artículos seleccionados que abarcan estos aspectos son 5, todos de Plummer como primera autora (Plummer, 2009a, 2014; Plummer et al., 2011, 2016; Plummer & Krajcik, 2010). Trata de explicar la astronomía a través de marcos de referencia. Los tres sistemas de coordenadas astronómicas más utilizados son: Topocéntrico, Geocéntrico, Heliocéntrico, cada uno de los cuales posee su origen en un punto distinto del espacio.

Plummer utiliza un marco de reconocimiento corporal para investigar cómo los niños/as entienden y expresan las conexiones entre las experiencias terrestres de los fenómenos astronómicos y las descripciones espaciales de esos fenómenos (es decir, refiriéndose a los movimientos de los objetos celestes para explicar los fenómenos astronómicos tal como los experimenta alguien en la Tierra).

### *Sistema Tierra-Sol-Luna y día-noche*

Los conceptos y fenómenos astronómicos, como la esfericidad de la tierra y la alternancia del día y la noche, que se consideran difíciles para los niños/as muy pequeños, pueden ser más accesibles si se les presentan recursos, estrategias y estilos de enseñanza que los motivan, despiertan su interés y reducen sus dificultades de aprendizaje (Sharp, 1995, 1999). En el artículo de Kallery (2011), se lleva a cabo una investigación-acción para familiarizar a los niños de 4-6 años con el concepto de esfericidad de la tierra y ayudarles a darse cuenta de que la alternancia día-noche es causada por la rotación de la Tierra esférica sobre su eje.

### *Ciclo de día/noche*

Existen dos grandes explicaciones que compiten en la literatura sobre cómo los niños y niñas interpretan y representan su conocimiento observacional: la teoría del marco (Vosniadou & Brewer, 1992) y la teoría del

conocimiento en piezas (DiSessa, 1993). La primera explicación sugiere que las presuposiciones (por ejemplo, los objetos físicos son sólidos, estables y se caen si no se los coloca) influencia las interpretaciones de los niños de sus observaciones cotidianas de los cielos diurnos y nocturnos (Vosniadou & Brewer, 1994; Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008).

Hay dos artículos que se centran en el ciclo día-noche. Saçkes et al. (2016) hacen un estudio transcultural comparativo para describir y comparar el conocimiento de observación de niños turcos y estadounidenses del ciclo diurno y nocturno. Vosniadou y Skopeliti (2017) ponen a prueba la hipótesis de que pueden surgir nuevas concepciones fragmentadas, y/o sintéticas cuando los lectores con concepciones iniciales se exponen a una explicación científica contraria a la intuición.

### *Sistema solar-tierra*

Solo el artículo de Dankenbring y Capobianco (2016), examina las concepciones de los estudiantes de primaria sobre las relaciones entre el sol y la tierra como resultado de la participación en una tarea científica basada en el diseño de ingeniería. Con el objetivo de dilucidar y examinar los modelos mentales de los estudiantes sobre las relaciones entre el sol y la tierra. los resultados de este estudio demuestran una gama de modelos mentales *sintéticos* que los estudiantes tienen para la causa de las diferentes cantidades de luz del día en el verano y el invierno.

### *Fases lunares*

Uno de los artículos seleccionados se centra en las fases lunares. Åberg-Bengtsson et al. (2017), desde una perspectiva sociocultural, investigan cómo se usan las ilustraciones (fases lunares), cómo se manejan las fotos y los modelos que representan y qué dificultades se pueden encontrar. Wells (2008) subraya el hecho de que todos los conceptos son abstractos, pero los conceptos científicos son de un tipo aún más abstracto y el aprendizaje de los mismos exige algún tipo de instrucción.

### *Luna*

Venville et al. (2012) llevan a cabo una investigación cualitativa de las concepciones de los niños y niñas sobre la luna y cómo influyen los

factores sociales/culturales. Examinan el conocimiento del estudiantado infantil sobre la Luna utilizando un marco teórico multidimensional. Los hallazgos reflejaban la fuerte y compleja relación entre los niños/as individuales, su entorno social y cultural, y la forma en que construyen ideas sobre la Luna y la Astronomía.

### *Estaciones y Tamaño y distancia*

Ninguno de los artículos hallados en esta revisión trata las estaciones ni los conceptos de tamaño y distancia.

## **DISCUSION Y CONCLUSIONES**

Como se ha expuesto previamente, hay poca investigación en revistas internacionales sobre la Enseñanza de la Astronomía en las etapas educativas analizadas (19 estudios en 11 años), y casi no hay artículos que se centren en Educación Infantil. La revista que más ha publicado sobre la temática es con diferencia International Journal of Science Education, y la mayoría de los estudios son de USA y publicados por mujeres. La autora con mayor impacto a nivel mundial es Julia D. Plummer. Los marcos conceptuales más frecuentes son los de concepciones y modelos mentales.

El análisis cluster de las palabras clave ha permitido identificar cuatro campos temáticos: modelos mentales y cambio conceptual, concepciones astronómicas de profesorado y estudiantado, ciencia y escuela y otros aspectos relevantes en la enseñanza de la Astronomía. Las Big Ideas más estudiadas son el sistema Tierra-Sol-Luna (combinado o no con las estrellas) y el día y la noche.

A continuación tratamos de dar respuesta a las preguntas de investigación formuladas al comienzo.

### **Comprensión del aprendizaje**

Para responder a la primera de las dos preguntas de investigación sobre cómo los estudios recientes han fomentado nuestra comprensión del aprendizaje de aspectos de la Astronomía, en el presente trabajo se categoriza la investigación hallada sobre las Grandes Ideas y se observa que la mayoría de los estudios examinaron aspectos de las concepciones sostenidas por los

participantes en dichos estudios. Algunos de los artículos que estudian las concepciones lo hacen desde una línea de estudio con intervención, obteniendo resultados particularmente interesantes.

En el artículo de Lelliot y Rollnick (2010) la Gran Idea más estudiada es el Concepto Tierra seguido del Sistema Tierra-Sol-Luna y, en tercer lugar, el ciclo Día-Noche. Se estudian en menor medida las Estaciones, la Gravedad los Conceptos de Tamaño y Distancia y el Sistema Solar. Comparando los resultados con los obtenidos en este estudio, las Grandes Ideas que más se repiten en los artículos seleccionados son el Sistema Tierra-Sol-Luna y el Concepto Tierra. Schneps y Saler (1989) informaron de que los conceptos erróneos relacionados con la Tierra y el espacio son extremadamente difíciles de cambiar, incluso después de una instrucción exhaustiva y el paso del tiempo.

En la revisión anterior repetidamente citada de Lelliot y Rollnick (2010) se subraya la falta de comprensión del alumnado. Las respuestas de los estudiantes sobre fenómenos naturales cotidianos hacen pensar en contenidos mal aprendidos, posiblemente por haber sido mal enseñados. Los niños y niñas de Educación Infantil desarrollan sus propias teorías implícitas (ingenuas) sobre los fenómenos astronómicos, hasta que llegan a la etapa en la que pueden adquirir conocimientos científicos más estructurados, su comprensión de la Tierra el espacio y los diversos fenómenos astronómicos, es incoherente y fragmentaria. En relación con la Educación Primaria, algunos trabajos ponen de manifiesto serias dificultades cognitivas en el alumnado, por las que finalmente no se llega a adquirir la comprensión acerca de la ubicación de la Tierra en el espacio (López et al., 1995).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los diferentes artículos de este estudio, puede apreciarse que el aprendizaje de contenidos relacionados con la Tierra y el Sistema Tierra-Sol-Luna puede ser mejorado en un ambiente de investigación.

### **Metodologías y marcos teóricos**

La segunda de las preguntas de investigación planteadas en este estudio hace referencia a los marcos teóricos y las metodologías empleadas por los investigadores para comprender el aprendizaje de la Astronomía.

Habitualmente la metodología utilizada en las aulas es expositiva, descontextualizada y no significativa, y se presta escasa atención al contenido

observacional y descriptivo a pesar de trabajar con estudiantes con los que se requiere el uso de análogos concretos, tal y como se recoge en Trumper (Trumper, 2006).

En diferentes artículos que forman parte de esta revisión, se encuentran propuestas de actividades de enseñanza aprendizaje cuidadosamente planificadas: actividades usando software 3D, uso del planetario, etc. El uso de la visualización en 3D en combinación con otros métodos de enseñanza como experiencias de alfabetización, vídeos, fotos, simulaciones, debates y presentaciones, apoya el aprendizaje de los estudiantes.

Existe un apoyo considerable en la literatura para las actividades de modelización, tanto virtuales (Barnett et al., 2000) como físicas (Shen & Confrey, 2007) para permitir a los estudiantes comprender más claramente la naturaleza tridimensional de los conceptos astronómicos

El marco teórico más comúnmente identificado que utilizaron los investigadores es el de las "concepciones". La comprensión de la Astronomía por parte de las niñas y niños está poco arraigada en las experiencias directas, y desvelar los secretos de la naturaleza comienza con una cuidadosa observación del fenómeno.

### **Implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje**

La Astronomía en el contexto escolar sigue siendo una disciplina que recibe poca atención, pero que puede reorientarse pedagógicamente para que sea comprendida como algo que parte de nuestra cotidianidad. Es por ello que vale la pena reflexionar, con miras a abrir nuevas posibilidades investigativas y pedagógicas, y mediante la comprensión de que la Astronomía es una ciencia que abarca fenómenos naturales y universales, sobre cuál es la razón por la que no es incluida en mayor medida en la enseñanza de los niños y las niñas como un componente curricular.

Se recomienda que las futuras investigaciones en el campo de la Astronomía tengan en cuenta la formación del profesorado y que la enseñanza de la materia tratada supere los límites físicos de los centros educativos. La ciencia se enseña normalmente como un número abrumador de hechos desconectados, transmitidos del profesor al estudiante en un entorno de aprendizaje sin contexto a través de conferencias y libros (Banilower et al., 2006). Para ello es necesario fomentar acciones orientadas a la formación

continua del profesorado, en la búsqueda de cambios significativos en el ámbito escolar (Kurz et al., 2021).

### **Limitaciones del estudio**

Aunque los resultados del estudio llevado a cabo son satisfactorios, es conveniente también hablar de las limitaciones del mismo. En primer lugar, no se han analizado todas las revistas posibles, sino que se han seleccionado exclusivamente las de mayor impacto y publicadas en lengua inglesa. Sería de gran interés ampliar el número de revistas analizadas. Por otra parte, sería asimismo de interés extender el estudio a la Educación Secundaria.

### **AGRADECIMIENTOS**

Proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades EDU2017-82915-R y por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto ESPIGA ("Promoviendo el Desarrollo del Pensamiento Crítico y de las dimensiones de Implicación Cognitiva y Emocional de los desempeños Epistémicos en las Clases de Ciencias en la Era de la Posverdad"), referencia PGC2018-096581-B-C22.

### **DECLARACIONES DE CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES**

MSBC y UPR conceptualización. Análisis de datos: MSBC, MVL, MLR y UPR. Consecución de fondos: MVL, UPR. Investigación: MSBC y UPR. Metodología: MSBC, MVL, MLR y UPR. Supervisión: UPR. Visualización: MSBC, MVL, MLR y UPR. Redacción – manuscrito original y revisión y edición: MSBC, MVL, MLR y UPR. Todos los autores y autoras revisaron y aprobaron la versión final del trabajo.

### **DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS**

Los datos que respaldan los resultados de este estudio serán puestos a disposición para correspondencia, previa solicitud razonable.

## REFERENCIAS

- Åberg-Bengtsson, L., Karlsson, K. G., & Ottosson, T. (2017). "Can There be a Full Moon at Daytime?" Young Students Making Sense of Illustrations of the Lunar Phases. *Science Education*, 101(4), 616-638. <https://doi.org/10.1002/sce.21279>
- Adams, J. P., & Slater, T. F. (2000). Astronomy in the national science education standards. *Journal of Geoscience Education*, 48(1), 39-45. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-48.1.39>
- Anderson, C. W., Krajcik, J., Duschl, R., Gunckel, K., Tsurusaki, B., & Draney, K. (2008). Learning progressions for environmental science literacy. In *Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Azevedo, S. da S. M., Pessanha, M. C. R., da Silva Schramm, D. U., & de Oliveira Souza, M. (2013). Relógio de sol com interação humana: Uma poderosa ferramenta educacional. *Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo*, 35(2), 2403. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172013000200018>
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., & Pasley, J. D. (2006). The status of K-12 science teaching in the United States. *The impact of state and national standards on K-12 science teaching*. (p. 83-122).
- Barnett, M., Keating, T., Barab, S. A., & Hay, K. E. (2000). Conceptual change through building three-dimensional virtual models. *International Conference of the Learning Sciences: Facing the Challenges of Complex Real World Settings*.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Cole, M., Wilhelm, J., & Yang, H. (2015). Student moon observations and spatial-scientific reasoning. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1815-1833. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1052861>

- Comins, N. (2003). *Heavenly errors*. Columbia University Press.
- Decreto 330/2009, de 4 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia* (2009) Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria. Xunta de Galicia.
- Decreto 105/2014, de 4 de septiembre, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia*, (2014) Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria. Xunta de Galicia.
- da Silva, C. K., & Groenwald, C. L. O. (2015). Integrando a matemática ao tema educação ambiental. *Paradigma*, 22(2), 151-170.
- da Silva, J. A., & Bartelmebs, R. C. (2013). A Comunidade de Prática como Possibilidade de Inovações na Pesquisa em Ensino de Ciências nos Anos Iniciais/The Community of Practice as possible innovations in research in science education in the primary school. *Acta Scientiae*, 15(1), 191-208.
- Dankenbring, C., & Capobianco, B. M. (2016). Examining elementary school students' mental models of sun-earth relationships as a result of engaging in engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 825-845.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-015-9626-5>
- DiSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction*, 10(2-3), 105-225.  
<https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688.  
<https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science education*, 86(1), 106-121. <https://doi.org/10.1002/sci.10013>
- Isik-Ercan, Z., Zeynep Inan, H., Nowak, J. A., & Kim, B. (2014). 'We put on the glasses and Moon comes closer!' Urban Second Graders Exploring the Earth, the Sun and Moon Through 3D Technologies in a Science

- and Literacy Unit. *International Journal of Science Education*, 36(1), 129-156. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.739718>
- Jankowska, D. M., Gajda, A., & Karwowski, M. (2019). How children's creative visual imagination and creative thinking relate to their representation of space. *International Journal of Science Education*, 41(8), 1096-1117. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1594441>
- Kallery, M. (2011). Astronomical concepts and events awareness for young children. *International Journal of Science Education*, 33(3), 341-369. <https://doi.org/10.1080/09500690903469082>
- Kurz, D. L., Bedin, E., & Groenwald, C. L. O. (2021). The Teaching of Natural Sciences in the Early Years of Elementary School to Educate a Scientifically Literate Individual. *Acta Scientiae*, 23(1), 53-79. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6204>
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- Lidar, M., Almqvist, J., & Östman, L. (2010). A pragmatist approach to meaning making in children's discussions about gravity and the shape of the earth. *Science Education*, 94(4), 689-709. <https://doi.org/10.1002/sce.20384>
- Lindell, R. S., & Olsen, J. P. (2002). Developing the lunar phases concept inventory. In *Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference*.
- López, R. A., González, C. B., López, M., Fábrega, M. D. M., & Palmero, M. L. R. (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 327-335.
- Nussbaum, J., & Novak, J. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 685-691. <https://doi.org/10.1002/sce.3730600414>
- Piaget, J. (1929). *The child's concept of the world*. Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1972). *The child's conception of physical causality* (Vol. 212). Transaction.

- Pirnay-Dummer, P., Ifenthaler, D., & Seel, N. M. (2012). Designing model-based learning environments to support mental models for learning. *Theoretical foundations of learning environments*, 2, 66-94.
- Plummer, J. D. (2009a). A cross-age study of children's knowledge of apparent celestial motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571-1605. <https://doi.org/10.1080/09500690802126635>
- Plummer, J. D. (2009b). Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 192-209. <https://doi.org/10.1002/tea.20280>
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1-45. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039>
- Plummer, J. D., Bower, C. A., & Liben, L. S. (2016). The role of perspective taking in how children connect reference frames when explaining astronomical phenomena. *International Journal of Science Education*, 38(3), 345-365. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1140921>
- Plummer, J. D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetarium-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1083-1106. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.843211>
- Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 768-787. <https://doi.org/10.1002/tea.20355>
- Plummer, J. D., Wasko, K. D., & Slagle, C. (2011). Children learning to explain daily celestial motion: Understanding astronomy across moving frames of reference. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1963-1992. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.537707>
- Saçkes, M., Smith, M. M., & Trundle, K. C. (2016). US and Turkish preschoolers' observational knowledge of astronomy. *International Journal of Science Education*, 38(1), 116-129. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1132858>

- Santos, R. C. M., & Mackedanz, L. F. (2019). Physics Teaching for Children: A Bibliographic Review. *Acta Scientiae*, 21(3), 213-230. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss3id4628>
- Scarinci, A. L., & Pacca, J. L. de A. (2006). Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(1), 89-99. <https://doi.org/10.1590/s0102-47442006000100012>
- Schneps, M., & Sadler, P. M. (1989). A private universe [Video]. *Santa Monica, CA: Pyramid Film and Video*.
- Sharp, J. (1995). Children's astronomy: Implications for curriculum developments at Key Stage 1 and the future of infant science in England and Wales. *International Journal of Early Years Education*, 3(3), 17-49. <https://doi.org/10.1080/0966976950030302>
- Sharp, J. (1999). Young children's ideas about the earth in space. *International Journal of Early Years Education*, 7(2), 159-172. <https://doi.org/10.1080/0966976990070204>
- Shen, J., & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study of an elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91(6), 948-966. <https://doi.org/10.1002/sce.20224>
- Sherrod, S. E., & Wilhelm, J. (2009). A study of how classroom dialogue facilitates the development of geometric spatial concepts related to understanding the cause of moon phases. *International Journal of Science Education*, 31(7), 873-894. <https://doi.org/10.1080/09500690801975768>
- Solbes, J., & Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 01-12. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172013000100016>
- Stahly, L. L., Krockover, G. H., & Shepardson, D. P. (1999). Third grade students' ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199902\)36:2%3C159::aid-tea4%3E3.0.co;2-y](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199902)36:2%3C159::aid-tea4%3E3.0.co;2-y)
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts—Seasonal changes—At a time of reform in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906. <https://doi.org/10.1002/tea.20138>

- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Venville, G. J., Louisell, R. D., & Wilhelm, J. A. (2012). Young children's knowledge about the moon: A complex dynamic system. *Research in Science Education*, 42(4), 729-752. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9220-y>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), 535-585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-w](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-w)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18(1), 123-183. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4)
- Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2017). Is it the Earth that turns or the Sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2027-2051. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1361557>
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. *International handbook of research on conceptual change*, 3-34. <https://doi.org/10.4324/9780203154472.ch16>
- Wilhelm, J. (2009). Gender differences in lunar-related scientific and mathematical understandings. *International Journal of Science Education*, 31(15), 2105-2122. <https://doi.org/10.1080/09500690802483093>

## ANEXO

### Instrumento Descriptivo de Codificación de Datos

#### Sección A: Identificación del estudio

A.1. Revista: \_\_\_\_\_

A.2. Autoría: \_\_\_\_\_

A.3. Año de publicación: \_\_\_\_\_

#### Sección B: Datos sobre el estudio

B.1. Tipo de estudio:

- Cualitativo
- Cualitativo/intervención
- Cuantitativo centrados en las etapas educativas de Educación

Infantil y/o Primaria

- Cuantitativo/intervención
- Intervención
- Otros

B.2 Nivel educativo

- Educación Infantil
- Educación Primaria

B.3. Grandes ideas abarcadas

- Concepto tierra
- Fases lunares
- Sistema Tierra-Sol-Luna
- Estrellas y sol
- Sistema Solar
- Día-noche
- Estaciones
- Conceptos de tamaño y distancia

#### Sección C. Contenido del estudio

C.1. Marco teórico

- Concepciones

- Modelos mentales
- Cambio conceptual
- Intercultural
- Sociocultural
- Actitudinal
- Otros

C.2. Instrumento/s: \_\_\_\_\_

C.3. Objetivo/s: \_\_\_\_\_

### **Sección D. Resultados del estudio**

D.1. Consecución objetivo/s estudio

- Satisfactorio
- No satisfactorio

D.2. Conclusiones/Implicaciones

---