

# MODELOS EXPLICATIVOS ESTUDIANTILES ACERCA DE LA TIERRA Y EL UNIVERSO. APORTES DESDE LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LAS CIENCIAS

Carolina Eugenia Espinoza Cona  
Universidad Central de Chile. Programa de Magíster en Didáctica de las Ciencias.  
Vicente Kovacevic II, Avda. Santa Isabel 1278, Santiago Centro Colegio El Bosque Provincia  
Cordillera. *caropearl@gmail.com*, +56 9 8 444 50 32

Johanna Camacho González  
Universidad de Chile. Departamento de Estudios Pedagógico Facultad de Filosofía y Humanidades.  
Av. Capitán Ignacio Carrera Pinto 1025, Ñuñoa, Santiago de Chile.  
*jpcamacho@uchile.cl*,

## Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo analizar los modelos explicativos de Tierra y Universo del estudiantado después de una intervención didáctica que incluye la Historia y Filosofía de las Ciencia en la enseñanza de la teoría Geocéntrica y Heliocéntrica. El diseño metodológico fue descriptivo - explicativo. El grupo de participantes estuvo integrado por 52 estudiantes de séptimo básico de un colegio de la comuna de Puente Alto. Para la recolección de datos se aplicó un instrumento inicial que indagaba sobre las explicaciones que daban los estudiantes acerca de la ubicación de la Tierra en el Universo. Posteriormente, se trabajó una unidad didáctica que incluía varias actividades relacionadas con las teorías geocéntrica y heliocéntrica y finalmente, se aplicó un instrumento final, para identificar las explicaciones de nuevas situaciones más complejas que las iniciales. Los resultados preliminares, demuestra que la mayoría de los estudiantes identifica la ubicación del planeta Tierra dentro del Sistema Solar, pero no tienen mucha claridad con respecto al lugar que ocupa en este, dentro de las explicaciones se distinguen referencias con respecto los otros planetas.

**Palabras clave:** modelos explicativos, uso de la historia de la ciencia, teoría geocéntrica y heliocéntrica.

## **Antecedentes, justificación y formulación del problema.**

Dentro de las temáticas que se trabajan en ciencias naturales se presenta la Unidad de Tierra y Universo, un contenido que despierta un gran interés en los estudiantes y que por lo general es el contenido que se trabaja al finalizar el año académico. Además mencionar que el profesorado no siempre cumple con la formación necesaria para trabajar dicho contenido.

Según Rodríguez (s/f) señala que

“Las carreras universitarias asociadas a las ciencias licenciados o profesionales- no preparan a sus egresados para impartir contenidos de Astronomía; los currículos no presentan líneas obligatorias que formen al docente en el campo de la Astronomía, solo algunas líneas optativas cubren parcialmente los contenidos, pero dejan por fuera la componente procedimental, referida a la parte metodológica y experimental de cómo llevar los contenidos a un aula de clase de secundaria. Las carencias mencionadas en los docentes repercuten en la formación de concepciones alternativas no precisas o totalmente erróneas del estudiante”.

Como también existen diversas investigaciones hacen referencia a la formación actual del profesorado tiene un mayor énfasis en lo disciplinar. Como también se debe cautelar que se involucre conocimientos y habilidades profesionales muy diversas como: manejar la didáctica de las ciencias, saber realizar y promover la indagación científica, conocer la historia de la ciencia y comprender la naturaleza del conocimiento científico. (Cofré, 2010).

En los niveles que se desarrolla la Unidad de Tierra y Universo se enfoca en temáticas tales como; estaciones del año, día y noche, teoría geocéntrica y heliocéntrica, estructuras cósmicas, distancias astronómicas entre otras. Las distintas visiones que se han presentado a lo largo del tiempo con respecto a las diversas temáticas antes mencionadas, deben responder a que los estudiantes entiendan a que “El conocimiento científico está basado en evidencia empírica, el conocimiento científico está sujeto a permanente revisión y a eventuales modificaciones de acuerdo con la evidencia disponible, el conocimiento científico se construye” (Bases Curriculares, Pág.14)

Desde esta perspectiva se selecciona los modelos cosmológicos geocéntrico y heliocéntrico, los cuales permiten trabajar los avances en la astronomía, ubicación del planeta Tierra, características del Sistema Solar, entre otros. Se pretende responder también a desarrollar investigaciones que

ayuden a definir las condiciones en las que se debe desarrollar una enseñanza de los conceptos astronómicos que facilite que el alumnado construya y maneje unos modelos acordes con los modelos científicos. (Sebastián, 2004)

El trabajar con los modelos cosmológicos geocéntrico y heliocéntrico, además de conocer que modelos tienen los estudiantes con respecto a la ubicación de la Tierra para ser trabajados desde la Naturaleza de las Ciencias permite evitar lo que comúnmente ocurre en los colegios en donde se “ofrece una falsa imagen de cómo ha sido la evolución de los modelos astronómicos presentando el modelo heliocéntrico después del geocéntrico, como si fuese un recorrido histórico natural y lineal. De esta forma, se da una idea equivocada del difícil y controvertido camino que supone la historia de las ideas científicas (Lanciano 1989).

Bajo lo antes mencionado surge la pregunta de investigación: ¿Cómo son los modelos explicativos de Tierra y Universo del estudiantado en séptimo básico del Colegio El Bosque de la Comuna de Puente Alto, antes y después de una intervención didáctica que incorpora la Historia de la ciencia en la Enseñanza de la teoría Geocéntrica y Heliocéntrica?

### **Marco referencial o teórico.**

El marco referencial se orienta en los modelos explicativos, uso de la historia de la ciencia, teoría geocéntrica y heliocéntrica.

#### **1. Modelos explicativos**

Los modelos en ciencias pueden tener diferentes énfasis “además de la familiarización con el mundo físico, otro de los objetivos primarios de las ciencias naturales es la explicación de los fenómenos por medio de modelos. Hay que reconocer que la utilidad didáctica de un modelo es que pueda llegar a ser manipulado por los alumnos, tanto para explicar los hechos conocidos como para predecir nuevos hechos. Bernat (s/f).

El concepto de *modelización*, entendido como un proceso de construcción de modelos explicativos de los fenómenos. Los alumnos siguen dicho proceso a lo largo de su escolaridad, y los modelos que construyen evolucionan al mismo tiempo que cambian tanto los hechos que se analizan como los conceptos y lenguajes utilizados para hablar de ellos. Sanmartí, (2002).

A partir de aquello se entenderá como modelo explicativo al proceso de modelización que se va construyendo a lo largo de la escolaridad de los estudiantes, los cuales tienen una evolución.

## **2. Modelo Geocéntrico y Heliocéntrico**

Desde la perspectiva del conocimiento como construcción, los modelos geocéntrico y heliocéntrico permiten establecer comparaciones y evolución en el conocimiento de las ciencias.

“«La necesidad del modelo heliocéntrico opuesto a la descripción de la Tierra como centro del sistema solar tiene un enorme significado intelectual. La transición representa un indicador clave de las tensiones que existen entre mito, magia, ciencia y religión». Estos cuatro aspectos han ejercido una influencia crucial en la evolución de las ideas relativas al Universo mostrando, quizás de manera más evidente que en otros campos científicos, la idea ya comentada de construcción progresiva del conocimiento que caracteriza la ciencia. Y, en la medida en que de este modo se ha producido el conocimiento científico a lo largo de la historia, los procesos de enseñanza aprendizaje en los estudiantes deben guiarse por la misma premisa de apropiación progresiva de dicho conocimiento de manera que formen parte de sus estructuras cognitivas”. Afonso. (1995). corresponden a uno de los factores de trabajar con la evolución en el conocimiento. Por otra parte se puede además relacionar con lo que se trabaja posteriormente en el origen de los seres vivos, desde el enfoque de la construcción del conocimiento.

### **2.1. Descripción de los modelos**

**2.1.1 El modelo geocéntrico**, responderá entonces a la situación del planeta Tierra con respecto al Universo, considerando una *concepción geocéntrica* aquella en la que nuestro planeta ocupa una posición central. Afonso. (1995).

#### **2.1.2.**

**2.1.2. El modelo heliocéntrico**, se refiere a la ubicación *del sol*. Con respecto a la localización y tamaño de esta estrella con respecto al resto de los elementos del dibujo, tratándose de una *concepción heliocéntrica* cuando este astro resulta ser lo más destacado del esquema. Afonso. (1995).

**2.1.3. Unidades fundamentales del Universo.** Los diferentes astros pueden haberse agrupado formando unidades que se repiten en el dibujo como, por ejemplo, galaxias, sistemas estelares, estrellas y planetas. Los esquemas pueden incluir un mismo tipo de unidad o contener un

conjunto plural de las mismas. Se estaría representando, por lo tanto, una *concepción acéntrica* del Universo. Afonso. (1995).

### **3- Naturaleza de las Ciencias**

Dentro de la propuesta se incorpora una propuesta de unidad didáctica basada en la Naturaleza de la Ciencia, la cual pretende “Trabajar la ciencia y el conocimiento de forma integrada, acercando a los estudiantes a ella, incorporando diferentes visiones, llevando a un análisis más profundo de esta”. (Adúriz-Bravo, 2005) Con ello se pretende contribuir en la construcción de una imagen de ciencia moderadamente realista, donde lo que caracteriza a la ciencia y lo que hace que esta tenga sentido, no es su método sino su objetivo: intentar interpretar los fenómenos del mundo y actuar sobre ellos, relacionándolos entre sí mediante modelos y teorías (Izquierdo et al., 1999. Citado por Sanmartí, 2002, p. 47).

La propuesta a desarrollada trabaja los tres ejes de la Naturaleza de la Ciencia

1. El eje epistemológico apunta a determinar qué es la ciencia y cómo se elabora.
2. El eje histórico intenta responder a la pregunta de cómo cambia la ciencia en el tiempo.
3. El eje sociológico quiere caracterizar la cuestión de cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura. (Adúriz-Bravo, 2005)

Es relevante mencionar que existen diversas ventajas de la inclusión de la Historia de las ciencias en una clase de ciencias se mencionan algunas de ellas según McComas, (2010):

- Aumentar la motivación de los estudiantes.
- Aumentar la admiración por el científico.
- Ayudan a los estudiantes a desarrollar mejores actitudes hacia la ciencia.
- Demostrar que la ciencia tiene una historia.
- Ayudar a los estudiantes a comprender y apreciar la interacción entre ciencia y sociedad.
- Entrega ilustraciones auténticas para la forma en la cual la ciencia funciona en la realidad.
- Ayudar a conectar las disciplinas de las ciencias, mostrando los puntos en común.
- Mejorar la formación del profesorado, ayudando a los maestros con su propio aprendizaje de las ciencias

**Objetivos.**

## **Objetivos General**

Analizar cómo son los modelos explicativos de Tierra y Universo del estudiantado una vez realizada la intervención didáctica del uso de la Historia de la ciencia en la enseñanza de la teoría Geocéntrica y Heliocéntrica.

## **Objetivos específicos**

Identificar y caracterizar los modelos explicativos de tierra y universo del estudiantado acerca de las teorías geocéntrica y heliocéntrica antes y después de la intervención didáctica enfocada en la Historia de las ciencias.

Establecer relaciones entre los modelos explicativos de Tierra y Universo del estudiantado y la teoría geocéntrica y heliocéntrica.

Comparar los modelos explicativos de tierra y universo del estudiantado acerca de las teorías geocéntrica y heliocéntrica antes y después de la intervención didáctica enfocada en la Historia de las ciencias.

## **Metodología**

El diseño metodológico fue descriptivo - explicativo. El grupo de participantes estuvo integrado por 52 estudiantes de séptimo básico de un colegio de la comuna de Puente Alto. Para la recolección de datos se aplicó un instrumento inicial (Instrumento N°1) que indagaba sobre las explicaciones que daban los estudiantes acerca de la ubicación de la Tierra en el Universo. Posteriormente, se trabajó una unidad didáctica que incluía varias actividades relacionadas con la evolución de la teorías geocéntrica a la heliocéntrica y finalmente, se aplicó un instrumento final, (Instrumento N° 2) para identificar las explicaciones de nuevas situaciones más complejas que las iniciales.

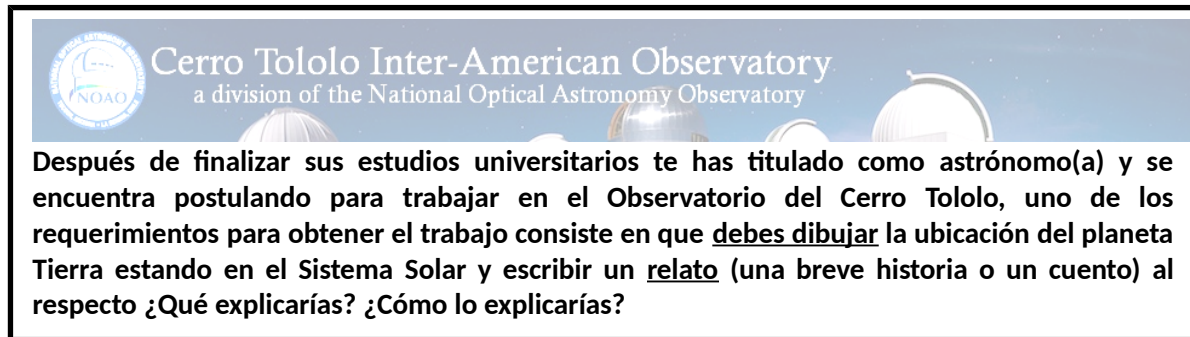
Cada uno de los instrumentos aplicado fue validado a juicio de experto para responder a la confiabilidad y validez del instrumento.

Instrumento N° 1



**La NASA te invita a viajar por el Sistema Solar, con la condición de que al volver del viaje debes dibujar la ubicación del planeta Tierra, para explicar a tus familiares. Debido a que no llevaste cámara fotográfica. ¿Qué explicarías? ¿Cómo lo explicarías?**

## Instrumento N° 2

The banner features the NOAO logo on the left, the text 'Cerro Tololo Inter-American Observatory' and 'a division of the National Optical Astronomy Observatory' in the center, and a background image of several telescope domes under a blue sky.

Después de finalizar sus estudios universitarios te has titulado como astrónomo(a) y se encuentra postulando para trabajar en el Observatorio del Cerro Tololo, uno de los requerimientos para obtener el trabajo consiste en que debes dibujar la ubicación del planeta Tierra estando en el Sistema Solar y escribir un relato (una breve historia o un cuento) al respecto ¿Qué explicarías? ¿Cómo lo explicarías?

Una vez aplicados los instrumentos las respuestas de cada una de los estudiantes se categorizan, tanto los dibujos, como el texto. Para analizar el contenido (dibujos = modelos de los estudiantes) se codifican de forma axial, respondiendo a una matriz. Complementado esta con una codificación abierta, donde se agrupan los modelos según su complejidad.

Con respecto a las textualidades de los estudiantes su codificación es abierta para explorar las respuestas obtenidas de los estudiantes, luego se realizará una codificación axial respondiendo a una matriz de los modelos presentados usando el software Atlas-ti 6.0. Para su posterior validación se utilizará índice de Kappa.

## Discusión teórica y resultados.

### 1. Análisis de los modelos (dibujos de los estudiantes)

El análisis axial de los modelos de Tierra y Universo, a partir del instrumento N°1 entrego la siguiente información a raíz de la matriz elaborada, ubicación de la Tierra

**Tabla N° 1. Ejemplos de respuestas de los modelo de los estudiantes**

Ubicación estelar	Posición que toma el planeta Tierra dentro del Sistema Solar	Incluye otras estructuras cósmicas (planetas, Luna, orbitas, entre otras) orden creciente
Modelo geocéntrico	Género: femenino Código 14 Dibuja solo al Sol más pequeño que al planeta Tierra	
	Género: masculino Código 52 Dibuja al Sol y a la Tierra	
Modelo heliocéntrico	Género: femenino Código 5: Dibuja al Sol al centro - 1 orbita en la que ubica 8 planetas - ubica a planeta Tierra en la misma orbita que los otros	
	Género: femenino Código 0: Dibuja Sol al centro ubica al planeta Tierra en la tercer posición - Dibuja 4 orbitas	
	Género: Masculino Código 47 Dibuja a Sol al centro con 6 orbitas - 6 orbitas una para cada uno - Ubica a la Tierra fuera del Sistema Solar	
	Género: Masculino Código 47 Dibuja al Sol iluminando a 7 planetas - 7 orbitas una para cada planeta - ubica al planeta Tierra en el tercer lugar	



Modelo acéntrico	Género: femenino Código 18 Dibuja al Sol iluminando a 3 planetas - ubica a la Tierra en el tercer lugar - dibuja a la Luna - Dibuja a estrellas
	Género: masculino Código 48 Dibuja al Sol en el centro ubicado por 4 planetas - Ubica a la Tierra entorno al Sol - dibuja estrellas – cohetes

El análisis axial de los modelos de Tierra y Universo, a partir del instrumento N°2 entrego la siguiente información a raíz de la matriz elaborada, ubicación de la Tierra **Tabla N° 2.**

**Ejemplos de respuestas de los modelo de los estudiantes**

Ubicación estelar	Posición que toma el planeta Tierra dentro del Sistema Solar	Incluye otras estructuras cósmicas (planetas, Luna, orbitas, entre otras) orden creciente
Modelo heliocéntrico	Género: femenino Código 22: Dibuja al Sol iluminando a 8 planetas - ubica a planeta Tierra en la posición.	
	Género: femenino Código 05 Dibuja al Sol iluminando a 8 planetas, cada planeta en una órbita. ubica al planeta Tierra en la tercer posición-	
	Género: Masculino Código 23 Dibuja a Sol al centro con 8 orbitas - 8 orbitas una para cada uno - Ubica a la Tierra en el tercer lugar	
	Género: Masculino Código 42 Dibuja al Sol iluminando a 8 planetas - ubica al planeta Tierra en el tercer lugar	

Modelo acéntrico	Género: femenino Código 17 Dibuja al Sol y a 4 planetas – ubica a la Tierra en el tercer lugar – dibuja estrellas diferentes, galaxias,
------------------	---

Con respecto a los modelos explicativos (dibujos) de los estudiantes se evidencia una evolución en su complejidad, desde la aplicación del instrumento N°1 al instrumento N°2, se precisan los detalles, donde el “aprender Ciencias no es tanto llegar a reproducir miméticamente un conocimiento elaborado por otros como saber superar los obstáculos que se encuentran cuando se están construyendo modelos explicativos de los fenómenos observados”. Sanmartí. (2002).

Donde se pueden establecer comparaciones en las tablas, en la tabla N° 2 desaparece el modelo geocéntrico, en todos los dibujos la Tierra se ubica en el tercer lugar dentro del Sistema Solar.

De la muestra total en el Instrumento N°2, solo un dibujo se encuentra en el acéntrico. El cual además de presentar el Sol y los planetas, incorpora estrellas y galaxias.

## 2. Análisis de las textualidades

El análisis abierto de los modelos de Tierra y Universo, a partir del instrumento N°1 entrego la siguiente información con respecto a la ubicación de la Tierra

**Tabla N° 3. Ejemplos de textualidades de los estudiantes.**

Género	Textualidad del	Categoría	Subcategoría	Código
--------	-----------------	-----------	--------------	--------

<b>Código</b>	<b>estudiantes: Ubicación del planeta Tierra</b>			
Femenino 00	planeta Tierra ubicado en la tercera órbita - rodea al Sol - Gira en su propio eje - rodea a Sol	MODELO HELIOCENTRICO MH	Planeta Tierra tercera orbita	PTt
			Movimiento del planeta Tierra Rotación	Mptr
			Movimiento del planeta Tierra Traslación	Mptt
Femenino 17	planeta Tierra entre marte y venus	MODELO HELIOCENTRICO MH	Posición del planeta Tierra	Pst
Masculino 39	planeta Tierra es el tercero del Sistema Solar - después de mercurio y venus - la Tierra a la distancia del sol posee una buena temperatura para la vida humana	MODELO HELIOCENTRICO MH	Planeta Tierra tercera orbita	PTt
			Posición del planeta Tierra	Pst
			Temperatura del planeta	Tp
Masculino 49	la Tierra se encuentra alrededor de muchos planetas - único con vida	MODELO HELIOCENTRICO MH	Posición del planeta Tierra	Pst
			Planeta Tierra Vida	Ptv

El análisis abierto de los modelos de Tierra y Universo, a partir del instrumento N°2 entregó la siguiente información con respecto a la ubicación de la Tierra

Tabla N° 4. Ejemplos de textualidades de los estudiantes.

<b>Género Código</b>	<b>Textualidad del estudiantes: Ubicación del planeta Tierra</b>	<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Código</b>
Femenino 15	El Sol es una estrella en el cual ilumina los planetas cada planeta tiene una distancia del Sol y de los otros planetas que se encuentra en el Sistema Solar. Cada planeta tiene una orbita en la cual cada tiene una diferencia en el tiempo de su rotación y traslación	MODELO	Sol estrella	Se
		HELIOCENTRICO	Planetas orbitas	Po
		MH	Movimiento del planeta Tierra Rotación	Mptr
			Movimiento del planeta Tierra Traslación	Mptt
femenino 11	La Tierra se encuentra en el tercer lugar del Sistema Solar en el modelo heliocéntrico. Antes en la antigüedad se creía que la Tierra se ubicaba en el lugar del Sol, es decir, era el centro y el Sol, luna y otros 5 planetas giraban alrededor de ella.	MODELO HELIOCENTRICO MH	Planeta Tierra tercera orbita	PTt
		MODELO GEOCENTRICO	Tierra centro	Tc

	Explicaría la ubicación y el avance de los modelos. Explicaría mediante una breve introducción y mi dibujo	MG	Movimiento de estructuras alrededor de la Tierra	Mat
Masculino 30	Explicaría sobre cómo se intento explicar el universo, el modelo geocéntrico y heliocéntrico.  Antes las personas creían en que la tierra era el centro de todos los planetas, que giraban a su alrededor, pero no era así, ya que todos los planetas giraban en torno al Sol, esto se llamo el modelo heliocéntrico.	MODELO GEOCENTRICO	Tierra centro	Tc
		MG	Movimiento de estructuras alrededor de la Tierra	Mat
		MODELO HELIOCENTRICO	Sol Centro	Sc
		MH	Movimiento de estructuras alrededor del Sol	Mas

Masculino 24	<p>Un nuevo descubrimiento. Un día soleado, un niño estaba acostado en su patio, y miraba y miraba el cielo azul, estaba todos los días allí, hasta que un día su mamá le pregunto ¿Por qué miras el cielo, hijo? Y él responde</p> <p>- Me gusta su color y me pregunto que ay mas alla. A lo cual su madre le dice que ay estrellas y planetas y en la noche apagada todas las luces y miraba las estrellas y algunos planetas.</p>	<p>MODELO HELIOCENTRICO MH</p>	Verdadero	V
	<p>Pasaron muchos años y creció y fue a la nasa y recibió el entrenamiento para ser astronauta. Pasaron los años y la nasa lo llevo al Apolo II y que volo hacia el cielo, el decía que ya cumplió su logro y supo en qué posición estaban los planetas y que el modelo geocéntrico se equivocaba y siguió con su exposición.</p>	<p>MODELO GEOCENTRICO MG</p>	Erróneo	E

El análisis abierto de los modelos de Tierra y Universo, a partir del instrumento N°1 y N°2 entrego la siguiente información con respecto a la ubicación del planeta Tierra, las textualidades de los estudiantes en el instrumento N°1 son más descriptivas en relación a que la Tierra se ubica en el tercer lugar, mencionan orbitas, y los movimientos de rotación y traslación a diferencia de las textualidades que expresan en el instrumento N°2. Las cuales hacen referencia a la evolución de los modelos geocéntricos y heliocéntricos, además de mencionar que el modelo de la antigüedad estaba erróneo.

Por lo tanto al responder al objetivo de comparar los modelos (dibujos) como las textualidades de los estudiantes antes y después de la intervención de la unidad didáctica se analiza una evolución en ambos casos por parte del estudiantado.

### **Conclusiones.**

La investigación permite identificar y caracterizar los modelos explicativos que tienen los estudiantes con respecto a la posición de la Tierra, para su posterior categorización en modelos geocéntrico, heliocéntrico y acéntrico, a través de la aplicación del instrumento N°1 y N°2.

En las tablas presentadas tanto en los modelos (dibujos) como textualidades del estudiantado se puede visualizar algunas semejanzas como la ubicación del planeta Tierra en el Universo, como también diferencias en los modelos dibujados con menor o mayor complejidad en sus dibujos, lo mismo ocurrió en el escrito.

Al Comparar los modelos explicativos de tierra y universo del estudiantado acerca de las teorías geocéntrica y heliocéntrica antes y después de la intervención didáctica enfocada en la Historia de las ciencias, se puede señalar que los estudiantes dejan en evidencia tanto en sus dibujos como en sus escritos que el paso de un modelo a otro es un proceso en el tiempo. Esto permite profundizar en que: “Debe hacerse énfasis, que las teorías establecidas dentro de la Astronomía no son definitivas -como en cualquier otro campo del conocimiento-; siempre están expuestas al cambio a medida que se encuentran nuevas evidencias o nuevas teorías que representen más fielmente los fenómenos observados”.

Rodriguez (s/f)

Dentro de las proyecciones o contribuciones a la didáctica de las ciencias responden a la Construcción de un instrumento para categorizar los modelos de los estudiantes acerca de la teoría Geocéntrica y Heliocéntrica, como también la Construcción de una unidad didáctica que incorpora la Historia de las ciencias en la enseñanza de la teoría Geocéntrica y Heliocéntrica.

### **Bibliografía, según normas APA.**

- Aduríz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La Epistemología en la enseñanza de las ciencias. Argentina, Buenos Aires: Fondo Cultura Económica.
- Afonso López, R., Bazo González, C., Macau Fábrega, M. D., López, M., & Rodríguez Palmero, M. (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. In Enseñanza de las Ciencias (Vol. 13, pp. 327-335).
- Benavente (2009). Medidas de acuerdo y sesgo. Tesis doctoral. Universidad de Murcia
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., & Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. Estudios pedagógicos (Valdivia), 36(2), 279-293.
- Losada, M. V., Rodríguez, U. P., Miguel, A. M. U., & Correa, A. A. (2012). Problemáticas del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Astronomía. Boletín das ciencias, 25(76), 107-109.
- McComas, W. (2010). A Proposed Typology of Approaches for the Application of the History of Science in Science Instruction: Implications for Research and Development. Ponencia 8th International Conference for the History of Science in Science Education "Learning Science and About Science through History" August 16-19, 2010, Maresias, Sao Sebastiao, Brazil
- Rodríguez Vega, G. H. Los cuerpos celestes, una aproximación a los lineamientos de astronomía como asignatura de la educación media (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).



- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. (1a ed.) Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Sebastián, B. M. Geocentrismo/Heliocentrismo: La comprensión de los alumnos de secundaria de los conceptos astronómicos.
- Sebastián, B. M. (2004). La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: Análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (1), 7-32.
- Olivella, P. Didáctica de la Astronomía. Recuperado de: [http://liada.net/universo.liada.net/Memorias/7%20\\_%20Patricia.pdf](http://liada.net/universo.liada.net/Memorias/7%20_%20Patricia.pdf) (Consultado enero de 2013).