

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



**ANÁLISIS DE LAS IDEAS ACERCA DEL SISTEMA
SOLAR EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS
NATURALES Y FÍSICA, OTORGADOS POR EL MINEDUC
2013.**

PAOLO NÚÑEZ CARREÑO

Profesora Guía:

Johanna Camacho González

Dra. En Ciencias de la Educación

**Seminario de Grado para optar al grado de
Licenciado en Educación de Física y Matemática**

Santiago – Chile

2014

**ANÁLISIS DE LAS IDEAS ACERCA DEL SISTEMA
SOLAR EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS
NATURALES Y FÍSICA, OTORGADOS POR EL
MINEDUC 2013.**

PAOLO NÚÑEZ CARREÑO



Seminario de Grado enmarcado en el Proyecto FONDECYT 11121249. “Creencias del profesorado sobre las relaciones entre la ciencia y el género en la Educación Científica y sus consecuencias en el desarrollo de las prácticas pedagógicas”. Investigadora Responsable. Dra. Johanna Camacho González.

Santiago – Chile

2014

@Paolo Núñez

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

**ANÁLISIS DE LAS IDEAS ACERCA DEL SISTEMA
SOLAR EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS
NATURALES Y FÍSICA, OTORGADOS POR EL
MINEDUC 2013.**

PAOLO NÚÑEZ CARREÑO

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión de la profesora guía Dra. Johanna Camacho González y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Leonor Huerta y Sr. Norman Cruz.

Sra. Leonor Huerta
Profesora Correctora

Sr. Norman Cruz
Profesor Corrector

Sra. Yolanda Vargas Hernández
Directora

Sra. Johanna Camacho
Profesora Guía

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos quienes me apoyaron, confiaron en mí y toleraron mis repentinos cambios de humor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	v
1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 <i>Objetivo General:</i>	4
1.2.2 <i>Objetivo Específico:</i>	4
1.3 SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN	5
2.- MARCO TEÓRICO	6
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA CHILENA	6
2.2 MARCO CURRICULAR Y EJE TIERRA Y EL UNIVERSO	9
2.2.1. <i>Enseñanza – Aprendizaje del Sistema Solar</i>	11
2.3 ANTECEDENTES ACERCA DEL SISTEMA SOLAR	12
2.3.1 IDEAS ACERCA DEL SISTEMA SOLAR EN OCCIDENTE	12
2.3.2 IDEAS ACERCA DEL SISTEMA SOLAR EN ORIENTE	18
2.4 LIBRO DE TEXTO	19
3.- MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA	24
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO	25
3.3 MUESTRA	25
3.4 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
3.4.1 <i>Matriz de análisis</i>	27
3.5 PLAN DE ANÁLISIS.....	29
3.5.1 <i>Análisis de Contenido</i>	29
3.6 TRIANGULACIÓN METODOLÓGICA	34
4.- RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS RESULTADOS Y ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS LIBROS DE LA MUESTRA.....	38
4.2.- LIBRO DE TEXTO DE PRIMERO BÁSICO: MODELO GRECOLATINO.	38
4.2.-LIBRO DE TEXTO DE TERCERO BÁSICO: MODELO MIXTO.....	42
4.3.-LIBRO DE TEXTO DE SÉPTIMO AÑO BÁSICO: MODELO HELIOCÉNTRICO	50
4.4.- LIBRO DE TEXTO DE SEGUNDO MEDIO: MODELO MIXTO	54
4.5. RESULTADOS Y ANÁLISIS GENERALES.....	61
5.- CONCLUSIONES.....	65

5.1 PERSPECTIVAS Y PROYECCIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados Promedio Nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011.....	7
Tabla 2. Resultados Promedio Nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 por dependencia.....	8
Tabla 3. Resumen-comparativo entre las ideas acerca del Sistema Solar en Occidente	16
Tabla 4. Criterios de Evaluación de Textos Escolares y la ponderación que recibe cada tema.....	23
Tabla 5. Caracterización de la muestra.....	26
Tabla 6. Matriz de análisis	28
Tabla 7. Ejemplo de constitución del corpus Libro de Texto 1° básico.....	37
Tabla 8. Presencia de los indicadores particulares de cada idea de universo en los diferentes libros de texto. Imágenes explicativas.....	59
Tabla 9. Presencia de los indicadores particulares de cada idea de universo en los diferentes libros de texto. Texto explicativo.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados promedio nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 para 4° básico.....	9
Gráfico 2. Resultados promedio nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 para 8° básico.....	9
Gráfico 3: Distribución de matrícula según dependencia (1990-2011)	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	34
Figura 2.	36
Figura 3.	37
Figura 4.	37
Figura 5.	38
Figura 6.	38
Figura 7.	44
Figura 8.	44
Figura 9.	45
Figura 10.	48
Figura 11.	49
Figura 12.	49
Figura 13.	50
Figura 14.	50
Figura 15.	50
Figura 16.	51
Figura 17.	51
Figura 18.	52
Figura 19.	52
Figura 20.	53
Figura 21.	53
Figura 22.	53

Figura 23.	56
Figura 24.	56
Figura 25.	57
Figura 26.	57
Figura 27.	59
Figura 28.	60
Figura 29.	60
Figura 30.	61
Figura 31.	61
Figura 32.	62
Figura 33.	62
Figura 34.	62
Figura 35.	63

RESUMEN

La siguiente investigación tuvo como objetivo analizar las ideas acerca del Sistema Solar presentes en los textos escolares de ciencias naturales y física, entregados por el MINEDUC¹ en el año 2013 para el estudiantado de establecimientos educacionales particulares subvencionados y municipales. Para tal fin, se identificaron y caracterizaron las ideas a través de los datos textuales e icónicos en los libros de 1°, 3°, 7° básico, 2do medio y luego, se establecieron categorías de análisis, según los antecedentes del marco teórico. Este proceso, se desarrolló a través de un análisis descriptivo e interpretativo (Sandín, 2003). Los resultados muestran que los libros de texto entregados por el MINEDUC, presentan ideas de carácter mixto acerca del Sistema Solar, es decir hay características tanto Heliocéntricas, como Geocéntricas. Además según la clasificación de Ten y Monros (1984) los textos escolares analizados, se encuentran en un nivel ilustrativo de enseñanza de la Astronomía, lo que indica que a través de estos recursos sólo se dan a conocer algunas ideas que representan observaciones previamente realizadas sobre los modelos Heliocéntrico y Geocéntrico y, que se propicia el aprendizaje no lineal entre hipótesis y observación. Finalmente según el supuesto de investigación planteado, es posible afirmar que sí bien los libros de texto de Ciencias Naturales y Física analizados, presentan un carácter mixto acerca del Sistema Solar, gran parte de estas ideas se focalizan de manera excesiva en torno

¹ Ministerio de Educación de Chile

a la Tierra, lo que puede sugerir relaciones inadecuadas y errores conceptuales acerca del Sistema Solar.

Palabras clave: Sistema Solar, libro de texto, análisis descriptivo-interpretativo.

1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El currículum chileno (MINEDUC 2009² y MINEDUC 2012³) incluye el eje “Tierra y el Universo” como fundamental en el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, además propone que los estudiantes conozcan las diversas teorías que han surgido a lo largo de la historia respecto del origen de nuestro planeta, el desarrollo del Sistema Solar y la dinámica de la Tierra.

Entender que nuestro planeta se mueve en torno al Sol es difícil, ya que siempre, salvo en las zonas polares, vemos en la mañana al Sol en el Este y luego en el ocaso el Sol se traslada al Oeste. El movimiento del Sol a través del cielo fue la primera prueba de que la Tierra era el centro del universo y en particular del Sistema Solar.

Conforme el conocimiento del entorno y de las leyes que lo rigen aumentaba, las teorías y modelos evolucionaban. El mundo científico del Renacimiento postuló nuevos modelos y leyes en las que el Sol tomaba un lugar preponderante dentro del sistema planetario, tal como lo plantea Aristarco de Samos durante el siglo II antes de nuestra era.

Con el desarrollo de nuevos instrumentos astronómicos y la mejora en la resolución de ellos, se recogió nueva evidencia con la que se creó una nueva teoría que abarca al Universo en su totalidad.

Esta teoría ha intentado integrarse a la sociedad por medio de la divulgación científica, a través de diferentes medios tales como

² Ajuste Curricular Actualización 2009

³ Bases Curriculares 2012

revistas científicas, programas de televisión y libros de texto. De los anteriores medios de divulgación analizaremos los últimos.

1.1 Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las ideas acerca del sistema solar que predominan en los libros de texto entregados por el MINEDUC (2013)? Y ¿Con qué nivel de enseñanza de la astronomía (descriptivo, ilustrativo y matemático) se relacionan?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

- Analizar cuáles son las ideas acerca del sistema solar que se presentan a través de los libros de texto de ciencias naturales (1ro, 3ero, 7mo básico) y física (2do medio).

1.2.2 Objetivo Específico:

- Identificar y caracterizar las ideas acerca del sistema solar en los libros de texto.
- Establecer relaciones entre las ideas acerca del Sistema Solar identificadas, según la clasificación de Ten y Monros (1984).

1.3 Supuesto de investigación

Como indica Domínguez (2009): *“se observa que en los textos escolares pueden subyacer relaciones inadecuadas que favorezcan la formación de errores conceptuales aunque aparentemente la información sea coherente. Siguiendo esta línea metodológica, el análisis del vocabulario empleado en estos textos de enseñanza básica indica que existe una excesiva focalización de los conceptos en torno a la Tierra.”* Podemos suponer que las ideas acerca del Sistema Solar presentes en los libros de texto de Ciencias Naturales de 1°, 3°, 7° básico y Física de 2° medio serán de carácter Geocéntrico.

2.- MARCO TEÓRICO

El capítulo presente se dedica a establecer los fundamentos teóricos que sustentan la investigación. Se inicia con un diagnóstico general de la educación en Chile, el Marco Curricular y el Eje Ciencias de la Tierra y el Universo, ideas del Sistema Solar en Occidente y Oriente y qué entendemos por libros de texto.

2.1. Descripción general de la educación científica chilena

La educación en Chile consta de 12 años de educación obligatoria, divididos en 8 años de enseñanza básica y 4 años de enseñanza media.

De acuerdo al ISCED⁴ 2011 (UNESCO 2011) el proceso educativo se divide en cuatro etapas, tal como lo menciona la OCDE (2013):

“1. Atención y educación de la primera infancia (AEPI) para niños desde el nacimiento hasta los seis años. No es obligatoria. Se divide en guardería (0-2), primera infancia (2-4) y nivel de transición (4-6).

2. La educación básica es obligatoria y dura 8 años. Los niños suelen empezar la escuela a los 6 años. La educación básica se divide en 2 ciclos principales, que corresponden al nivel 1 del ISCED.

⁴ International Standard Classification of Education

3. La educación secundaria son los últimos 4 años de educación obligatoria. Incluye 2 años dedicados a la formación general y común para todos los estudiantes, considerados como educación secundaria inferior (ISCED 2). Durante los 2 últimos años se ofrecen diferentes vías correspondientes al nivel ISCED 3A o B: científico-humanista, técnico-profesional y artística. Tras finalizar estos 4 años, independientemente de la rama, todos los estudiantes obtienen un título secundario. La edad máxima para acceder a la educación secundaria es 18 años.

4. La educación superior (ES) no es obligatoria, [...]”

Desde el año 1988, se ha intentado medir la calidad de la educación a través de una prueba interna nacional denominada SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación). A partir del año 2007 se integró a la batería de pruebas la correspondiente a Ciencias Naturales en 4° y 8° básico. A partir de 2014 se integra 2° medio a la evaluación.

Los resultados de los años 2009 y 2011, se encuentran en el cuadro siguiente:

Curso	4° básico		8° básico	
	2009	2011	2009	2011
Puntaje	256	259	259	262
Nivel de Logro	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio

Tabla 1. Resultados Promedio Nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011.

Podemos analizar a su vez, los resultados de las pruebas de Ciencias Naturales promedio por dependencia y año.

Curso	4° básico		8° básico	
	2009	2011	2009	2011
Particular Pagado	300	296	309	309
Particular Subvencionado	263	264	266	270
Municipalizado	239	245	243	246

Tabla 2. Resultados Promedio Nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 por dependencia.

La diferencia entre el puntaje obtenido por establecimientos particular pagados, que no reciben libros de texto por parte de MINEDUC, es significativamente más alto que los puntajes obtenidos por las otras dependencias (SIMCE, 2012).

Los mismos niveles (4° y 8° básico) fueron sometidos a la prueba internacional TIMSS el año 2011, donde se evaluaron las dimensiones Matemática y Ciencias. Los resultados para 4° básico indican un dominio del 20% del contenido al igual que 8° básico en el eje Ciencias de la Tierra y el Universo. (TIMSS 2011).

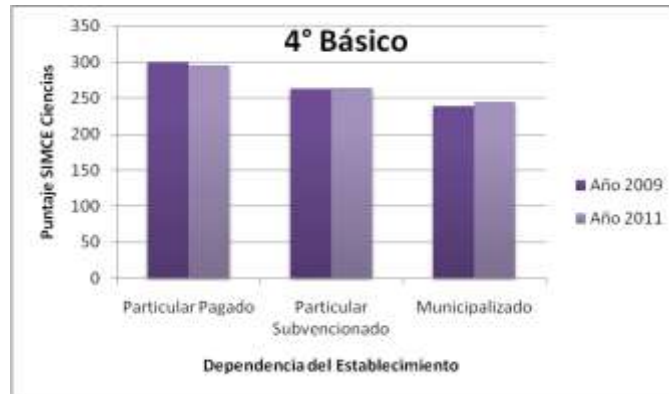


Gráfico 1. Resultados promedio nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 para 4° básico.



Gráfico 2. Resultados promedio nacionales de la prueba de Ciencias Naturales de los años 2009 y 2011 para 8° básico.

2.2 Marco curricular y Eje Tierra y el Universo

El marco curricular, de carácter obligatorio, se entiende como el aprendizaje que se tiene contemplado que los estudiantes sean capaces de desarrollar a lo largo de su educación (MINEDUC, 2009).

Este es el referente para la construcción de los planes y programas de de estudios, los cuales corresponde al tiempo y organización didáctica de cada nivel académico escolar, para lograr los objetivos fundamentales del marco curricular. Además, cabe destacar, que dentro de los programas de estudios, se definen aprendizajes esperados por parte de los estudiantes.

Los mapas de progreso también son construidos en base al marco curricular, los cuales describen el crecimiento de de las competencias fundamentales en la formación académica de los estudiantes, los cuales son fundamentales y sirven como referencia evaluar el aprendizaje promovido por el marco curricular.

En el Marco Curricular se enfatiza el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, mientras que en las Bases Curriculares la relevancia la toma el desarrollo de habilidades de investigación científica mediante el estudio de las Ciencias de la Tierra y el Universo.

El eje “Tierra y el Universo” incluye el estudio de los fenómenos que ocurren en el planeta Tierra y la relación del mismo con el Universo. Dentro de los fenómenos contenidos en este eje se encuentra la tectónica de placas, sismos y volcanes; tiempo atmosférico y asociados. Incluido en el estudio del Universo se tienen los componentes del Sistema Solar, los movimientos de la Tierra y el impacto sobre el clima y los ciclos de la vida (MINEDUC, 2012).

Este eje se divide, como se ha descrito, en el estudio de los fenómenos terrestres y celestes. Los primeros se concentran en los cursos 2°, 4°, 5°, 6° y 8° básico y en 1° y 3° medio.

Por otra parte, los fenómenos celestes son estudiados en 1°, 3° y 7° básico además de 2° y 4° medio.

2.2.1. Enseñanza – Aprendizaje del Sistema Solar

La Astronomía es una disciplina difícil de enseñar y de aprender (Schoon, 1995; Varela et al. 2012), puesto que los niños llegan al aula con modelos pre-construidos del Universo que observan, y en particular del Sistema Solar. Es difícil interiorizarlos y superar los modelos pre-construidos que traen, ideas previas como: “no somos el centro del Universo; ya que nuestra visión del espacio tiene como punto de referencia la Tierra” o “cuando es invierno en el hemisferio Norte, estamos más cerca del Sol”, contradicen todas las observaciones cotidianas según las cuales, cuanto más cerca estamos de una fuente de energía térmica mayor es la temperatura (Sanmartí, 2003).

Según Ten y Monros (1984) pedagógicamente podemos considerar 3 niveles en la enseñanza y comprensión de la astronomía, en particular el Sistema Solar, de menor a mayor complejidad: Descriptivo, Ilustrativo y de Contraste Matemático, los que pueden estar incluidos en los libros de texto y el currículum de ciencias.

- El nivel **Descriptivo** se refiere a los fenómenos observados sin ánimo de interpretar o buscar respuestas. Por ende, es fundamental dirigir las observaciones en función de problemas propuestos.
- Por su parte, en el nivel **Ilustrativo** se sugieren modelos que representen las observaciones realizadas anteriormente. El desarrollo de hipótesis y su contraste, es lo que se fomenta en

este nivel. A su vez, se propicia el aprendizaje no lineal entre hipótesis y observación.

- El nivel de **Contraste Matemático** se utilizan observaciones tecnificadas, que luego son reducidas a contraste con modelos matemáticos que forman parte de las teorías, es por esto que las observaciones deben ser muy precisas. Es necesaria además, la formulación de teorías y su posterior presentación en lenguaje científico formal.

2.3 Antecedentes acerca del Sistema Solar

2.3.1 Ideas acerca del Sistema Solar en Occidente

La humanidad desde el inicio de los tiempos ha sentido interés por el cielo y sus estrellas, los planetas y el movimiento de la Luna y el Sol. Basado en sus observaciones concluyó que la Tierra era plana, sostenida por seres enormes, de gran fuerza. El mundo en el que vivían los primeros humanos estaba poblado por espíritus que provocaban los fenómenos naturales (Thuan, 2011). A este modelo se le conoce como "*Cosmovisión*". (Cosmoeduca, 2010)

Al progresar las ideas filosóficas con respecto al origen y estructura del universo, hacia el siglo IV a.e.c. Aristóteles propone el "*Modelo Grecolatino o Clásico*" cuya principal característica es que la Tierra es el centro del Universo, es propuesto el sistema de esferas concéntricas con características particulares, las esferas superiores en las que se encontraba el Sol, los otros planetas y las

estrellas eran perfectas y eternas, las bajas esferas por su lado eran cambiantes e imperfectas.

Las esferas determinaban las trayectorias de los cuerpos celestes (Cosmoeduca, 2010). Paralelamente en Asia Menor se fundan las escuelas de astrología, una muestra de la importancia de la Tierra en el universo.

Por su parte, Claudio Ptolomeo durante el siglo II de nuestra era desarrolla el complejo sistema de epiciclos para explicar el movimiento retrógrado de los errantes en el cielo. Postulaba que la Tierra era el centro del Universo. Dio carácter matemático a las observaciones realizadas por Apolonio de Perga y recogidas por Hiparco de Nicea. Otro importante concepto que incluye en sus escritos es la medida del planeta, donde valida las mediciones de Posidonio de Apamea, en desmedro de lo obtenido por Eratóstenes.

Gracias a la elegancia de las matemáticas utilizadas por Ptolomeo (“elegancia” en el sentido de la abstracción necesaria para describir el movimiento de los cuerpos celestes en concordancia a las ideas filosóficas de Aristóteles respecto a las trayectorias circulares), su propuesta perdura por 14 siglos, en los cuales la Tierra fue siempre el centro del Universo dado el margen de error de los instrumentos con los que se contó durante ese tiempo.

Más tarde, Nicolás Copérnico retoma la idea de Aristarco de Samos y propone que el Sol es el centro de nuestro sistema, es decir un *“Modelo Heliocéntrico”*. La Tierra es un cuerpo celeste más, al igual que los “errantes” (planetas). Para explicar el movimiento del Sol y la Luna plantea un sistema de órbitas circulares en cuyo centro se

encuentra el Sol. Sus textos fueron catalogados de herejes por la Santa Inquisición e incluidos en el Index, aunque con un siglo de atraso. Esto permitió que sus ideas fueran conocidas por otros pensadores de la época. (McMullin, 2011).

Para Tycho Brahe, el centro del universo es la Tierra, pero los planetas son conducidos por el Sol. De esta manera Tycho presenta un modelo mixto para explicar los movimientos de los cuerpos celestes sin contravenir la Biblia (Coronado, 2001).

Continúa los estudios de Brahe, Johannes Kepler quien valida a Copérnico en la posición central del Sol en el Sistema Solar y desestima el geocentrismo y la inmovilidad de la Tierra. Establece leyes que relacionan el movimiento planetario con un sistema heliocéntrico donde los cuerpos orbitan al Sol en órbitas elípticas (el Sol en uno de los focos) aunque rechaza profundamente la rapidez constante de los cuerpos celestes.

Para Newton, no todos los griegos pensaban en el Geocentrismo, de hecho defendían el Heliocentrismo. Algunos de ellos fueron, además de Aristarco de Samos, Anaximandro, Arquímedes y Plutarco (Orozco, 2008).

Con el avance de la tecnología y el crecimiento de la Astronomía, las mediciones de las distancias espaciales fueron más precisas, tanto así que en el año 1929, Edwin Hubble realiza un descubrimiento que rompe con los modelos tradicionales de universo. Existen más galaxias que la nuestra, de hecho la Vía Láctea es parte de un cúmulo de galaxias en el que el elemento "centro" carece de sentido (Solbes, 2011). A este modelo se le denomina "*Modelo Moderno*" (Hubble, 1929).

De los modelos e ideas anteriores solo serán estudiados el Modelo Preclásico, Grecolatino o Geocéntrico y el Heliocéntrico. El Modelo Moderno no es posible de apreciar en la escala del Sistema Solar. Es por esto que no será incluido en el análisis de los libros de texto.

Los modelos antes descritos se resumen en la Tabla 3, donde se destacan las características más relevantes de cada uno.

Característica	Definición	Modelo			
		Preclásico	Grecolatino	Heliocéntrico	Moderno
Forma del planeta	Referencias a la forma del planeta	Plano	Esférico	Esférico	Geoide
Tamaño del planeta	Las referencias al tamaño del planeta, respecto al resto de componentes del Cosmos conocido por la cultura	Finito. Grande	Grande	Grande	Diminuto
Otros cuerpos celestes	La relación del planeta y el entorno cósmico, así como su dinámica	Controlados por dioses o seres inteligentes	En esferas concéntricas al planeta Tierra	Orbitan al Sol en trayectorias circulares.	Siguen leyes universales. Órbitas elípticas
Tiempo de existencia del planeta	El tiempo de existencia del planeta es variable para cada cultura	Incalculable	Incalculable	Edad Bíblica	~5.000.000.000 de años

Característica	Definición	Preclásico	Grecolatino	Heliocéntrico	Moderno
Fenómenos naturales en el planeta	La relación entre los cuerpos celestes y los fenómenos naturales en el planeta, tales como sismos, auroras	Planeta estático	Planeta estático	Planeta dinámico. Afectado por entorno	Dinámico
Fenómenos naturales en el espacio	Los fenómenos naturales en el espacio y su relación con el planeta, tales como eclipses y el movimiento de los astros, cuerpos celestes y el movimiento del Sol	Universo estático	Movimiento Activo del Sol. Movimiento Activo del Planeta.	Movimiento Activo del Sol. Movimiento Activo del Planeta. Leyes universales.	Expansión. Leyes Universales.
Ubicación estelar	La posición que toma el planeta Tierra en relación al Universo	Geocéntrica	Geocéntrica	Heliocéntrico	Universo acentral

Tabla 3. Resumen-comparativo entre las ideas acerca del Sistema Solar en Occidente

2.3.2 Ideas acerca del Sistema Solar en Oriente

En medio oriente el desarrollo del estudio de la astronomía estuvo a cargo del mundo musulmán quienes adoptaron ideas judías, cristianas y neoplatónicas. Apoyaban la cosmología griega en el inicio de sus estudios. Al progresar su influencia comercial e intercambio cultural desplegaron sus propias ideas cosmológicas en base a sus instrumentos de medición tales como el astrolabio y los zijes, tablas de apoyo astronómico (North, 1994).

Cabe destacar que Al-Battani determinó que el apogeo solar era variable durante los años, razón por la cual pensaba que la órbita del Sol en torno a la Tierra no era un círculo perfecto (Duncan, 2007).

En extremo oriente la cultura china ligó estudio de la astronomía a la administración gubernamental, mediante la creación de una comisión encargada de la confección de un calendario, bajo las órdenes del Emperador Yao. Dentro de los astrónomos de la comisión se encontraban los hermanos Hsi y Ho; por 3 milenios esto constituyó el relato oficial del origen de la astronomía china. Sin embargo ahora se sabe que este no es más que un relato mitológico, siendo Hsi y Ho parte de este y que la astronomía en China proviene de una tradición mitológica.

Las cuestiones cosmológicas en China no han sido consideradas de carácter científico, sino más bien filosófico, en su mayoría extraídas de la cultura griega. Es por esto que no desarrollaron un sistema planetario como tal pero influyeron en gran medida a las concepciones del cosmos en Japón y el resto de Asia (North, 1994).

2.4 Libro de texto

Diferentes investigadores han dado diversas definiciones para libro de texto (Martínez, 2013; Johnsen, 1996; Eyzaguirre y Fontaine, 1997; Moreno, 2004;), entre ellas podemos nombrar Propuesta curricular, Portador de significados, Mediador entre Docente y Estudiantes. En lo cotidiano el Libro de texto es llamado Texto escolar, Libro escolar o Libro Guía.

Danisova (2001:67) define el libro de texto como *“Una publicación para ayudar al profesor, con un contenido metódicamente adaptado y limitado por el currículum nacional”*.

Según Giere (1992), los libros de texto presentan modelos o familias de modelos, didácticos y científicos, que se relacionan entre sí a lo largo de los diferentes niveles articulados para cumplir con los objetivos curriculares.

Nosotros pensamos que los libros de texto son escritos de manera secuenciada y diseñados para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, tal como lo plantea Stray (1991:1), los libros de texto han sido escritos, diseñados, y producidos, específicamente para su uso en la enseñanza.

Debemos recordar que los libros y en particular los libros de texto, son el principal transmisor de la cultura, permitiendo que generaciones posteriores aprendan de los autores y su conocimiento.

Los libros de texto nacen como apoyo a la enseñanza durante la implementación de los primeros sistemas de escolares en Europa del siglo XIX. Es de esta manera que autores como Westbury

(1991), MacClintock (1993) y Gimeno (1994) afirman que la historia de los libros de texto y la historia de los sistemas escolares es en paralelo.

Además, MacClintock (1993) asegura que el papel que la sociedad ha dado a los libros de texto es ordenar la cultura que debe ser adquirida, incluso dividiendo el saber escolar en asignaturas. Reafirma, a su vez, que los libros de texto delimitan el contenido que el profesorado debe enseñar y el orden en que debe realizarlo.

El Ministerio de Educación facilita el acceso a textos escolares y material de apoyo a los docentes y estudiantes de establecimientos educacionales municipales o particular subvencionados. El año 2013 fueron entregados 21.000.000 de textos escolares, apoyando de esta manera a 3.000.000 de estudiantes (MINEDUC, 2013).

El gráfico siguiente muestra la distribución de la matrícula respecto de la dependencia del establecimiento educacional entre los años 1990 y 2011.

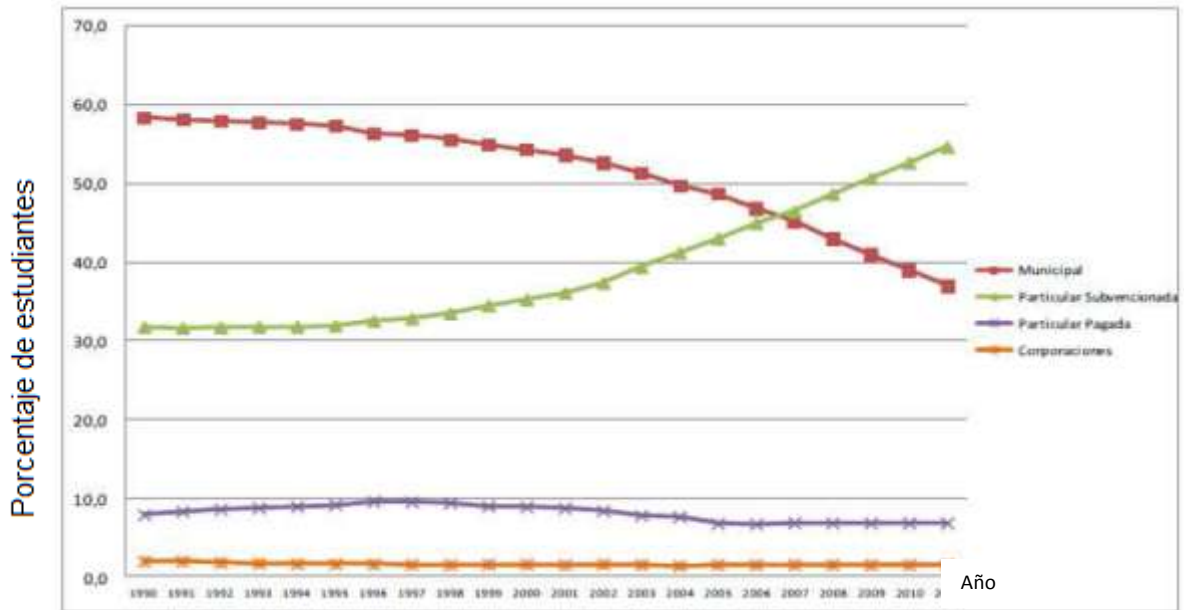


Gráfico 3: Distribución de matrícula según dependencia (1990-2011) Fuente: MINEDUC. Departamento de Estudios y Desarrollo (2011), Citado de Muñoz et. al. (2014).

Podemos apreciar que la cantidad de alumnos beneficiados por la entrega de libros de texto por parte del MINEDUC supera a los estudiantes de establecimientos particulares pagados.

¿Cuál es la finalidad de la entrega de libros de texto por parte del MINEDUC? Se espera que los libros de texto entregados por MINEDUC propicie el desarrollo equitativo e igualitario de oportunidades de aprendizaje, como lo explicitan Imbernón y Casamayor (1985).

Los libros de texto en el área de ciencias tienen como objetivo que los estudiantes desarrollen sus habilidades y capacidades para describir y maravillarse con el entorno, generando dudas e interrogantes, estimular la reflexión y el pensamiento crítico

basados en las evidencias (MINEDUC, 2009) ideas coincidentes con las propuestas por la OCDE el año 2006 respecto de las competencias científicas y el uso en la sociedad.

Como indica Ossenbach (1989:9) el control e inspección de los libros de texto es de incumbencia del Estado, puesto que de esta manera la cultura transmitida por los libros de texto colabore con el desarrollo económico y cultural de la nación. Al unificar la cultura, se establece un currículo. Un currículo ligado al momento político-cultural en el que surge.

Como lo indica Muñoz et. al. (2013) *“Los proveedores que se involucren en la producción de textos escolares deben estar habilitados en las bases de la licitación en el Convenio Marco ID 2239-2-LP10 bajo el Artículo 4 de la ley N° 19.886 y sus modificaciones en el Decreto N° 250 de 2004 del Ministerio de Hacienda”* (MINEDUC, 2013).

Los libros de texto entregados por el MINEDUC son sometidos a selección donde deben cumplir los siguientes criterios: Presentación y secuencia de los Aprendizajes, Atención a las necesidades de los alumnos, Rigurosidad de la Información y los Recursos, Desarrollo de Conocimientos y Habilidades, Desarrollo del Pensamiento Crítico y Aplicación del Conocimiento, Múltiples Instancias de Práctica (preguntas, ejercicios, actividades exploratorias) los que permiten observar si los textos presentados al MINEDUC son aptos para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

Los criterios de licitación pueden dividirse en los siguientes temas (Tabla 4), los que a su vez tienen diferente ponderación asignada por la evaluación técnica.

Temas	Criterios	Pond %
A.- Identificar el propósito y sentido del Texto	Identificar el sentido de la unidad	5
	Identificar el sentido de las lecciones	
	Justificar la secuencia de actividades	
B.- Construcción de un ambiente de aprendizaje	Crear un ambiente de desafíos	10
	Apoyo a todos los estudiantes	
C.- Ideas previas y la construcción del conocimiento disciplinar	Especificar conocimientos previos	5
	Apoyar la identificación de las ideas previas	
D.- Compromiso del estudiante con el aprendizaje disciplinar	Provisión de una diversidad de contextos	10
	Provisión de experiencias concretas y/o actividades experimentales	
E.- Desarrollo de conceptos e ideas disciplinares	Promoción del objetivo de aprendizaje	30
	Introducción de conceptos y procedimientos	
	Rigurosidad de la información y recursos	
	Conexión de los conceptos básicos	
	Demostración/ modelación de procedimientos disciplinares	
	Práctica incluida en el Texto.	
F.- Promoción del pensamiento y razonamiento disciplinar	Promoción de la elaboración y explicación de su razonamiento	20
	Orientación del razonamiento	
	Reflexión del Pensamiento o RAZONAMIENTO	
G.- Evaluación del progreso en el aprendizaje	Consistencia en las evaluaciones	20
	Evaluaciones mediante aplicaciones	
	Evaluaciones implícitas o no evidentes al estudiante	

Tabla 4. Criterios de Evaluación de Textos Escolares y la ponderación que recibe cada tema.

3.- MARCO METODOLÓGICO

3.1 Fundamentación de la metodología cualitativa

El uso de la metodología cualitativa se fundamenta dados los criterios que se han de usar para evaluar los resultados y el procedimiento, la interpretación de datos textuales e icónicos.

Como lo refiere Sandín (2003: 123) *“la investigación cualitativa es un actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimiento”*

En otro aspecto, la generalización de los resultados hallados puede ayudar a los docentes, equipos editoriales y funcionarios ministeriales a reconocer las ideas acerca del Sistema Solar que presentan los diferentes libros de texto de Ciencias Naturales y Física.

Para poder interiorizarnos y ahondar en el tema en discusión se ha utilizado la técnica cualitativa: análisis de contenido, que se describe más adelante.

3.2 Diseño de la investigación: Descriptivo

La investigación presente es de carácter descriptivo, ya que *busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis* (Dankhe, 1976). Debe destacarse que el objetivo de las investigaciones descriptivas no es indicar cómo se relacionan las variables medidas, sino medir con la mayor precisión posible.

Como lo indica Hernández et. al (1997: 61): *“En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así –y valga la redundancia– describir lo que se investiga”*. En nuestro caso, las diferentes ideas acerca del Sistema Solar presentes en los libros de texto de Ciencias Naturales y Física.

3.3 Muestra

En esta investigación los libros de texto que constituyen la muestra son los correspondientes a 1°, 3° y 7° año básico y 2° medio, entregados por el MINEDUC el año 2013 (Tabla 5).

Es en estos niveles de la escolaridad obligatoria que el eje Ciencias de la Tierra y el Universo, se enfoca en los fenómenos y características del Sistema Solar y las diversas ideas que ha desarrollado la humanidad respecto del mismo.

Libro	Editorial/año de redacción	Autores	Características Generales
1° Básico	Santillana 2012	Jacqueline Barrios Natalia Cacciola Paolo Janer	Material de trabajo del estudiante tanto en casa como en aula
3° Básico	Norma 2012	Ramón Navarro Luis Brahim	Material de trabajo para el aula
7° Básico	Santillana 2009	Luis Flores José López José Muñoz Rosa Roldán Mario Toro	Material para el aula. Enfocado al contraste con el medio que rodea al estudiante
2° Medio	Santillana 2010	Macarena Herrera Roberto Fernández Felipe Moncada	Material para el aula: Definiciones y ejercicios.

Tabla 5. Caracterización de la muestra

3.4 Técnica de recolección de datos

Los datos fueron recolectados mediante una matriz de análisis (Tabla 6), la cual fue validada a través del juicio de expertos. Las categorías o temas que se consideraron para realizar el análisis fueron: la presencia del Tamaño del planeta Tierra, Origen del

planeta Tierra, Edad del planeta Tierra, Fenómenos Naturales concernientes al planeta Tierra, Fenómenos Naturales en el Espacio, Otros cuerpos celestes, conceptos claves de cada idea acerca del Sistema Solar.

3.4.1 Matriz de análisis

Como lo explicitan Miles y Huberman, (1994) *“La recolección de datos es inevitablemente un proceso selectivo, no podemos ni logramos abarcar todo, aunque pensemos que podemos y que lo hacemos”*. Es por esto que proponen utilizar matrices, puesto que tienen la utilidad de permitir observar y establecer vínculos entre categorías, temas o afirmaciones.

Las categorías o temas se ubican en columnas o filas y en cada celda el investigador indica la relación o vinculación entre las categorías sumando también las evidencias de este vínculo.

Las relaciones halladas permitirán reconocer y relacionar las ideas acerca del Sistema Solar presente en los libros de texto.

Categorías	Códigos por Modelo		
	Preclásico	Grecolatino	Heliocéntrico
Forma del planeta	Plano	Esférico	Esférico
Tamaño del planeta	Finito. Grande	Grande	Grande
Otros cuerpos celestes	Dioses	Esferas concéntricas	Órbita Circular
Tiempo de existencia del planeta	Incalculable	Incalculable	Edad Bíblica
Fenómenos naturales en el planeta	Planeta estático	Planeta estático	Planeta dinámico. Afectado por entorno
Fenómenos naturales en el espacio	Universo estático	Movimiento Activo del Sol. Movimiento Activo del Planeta. Movimiento Activo Lunar	Movimiento Activo del Sol. Movimiento Activo del Planeta. Movimiento Activo Lunar Leyes universales.
Ubicación estelar	Geocéntrica	Geocéntrica	Heliocéntrico

Tabla 6. Matriz de análisis

3.5 Plan de análisis

A través de un proceso de codificación y categorización y la revisión bibliográfica, descrita en el marco teórico, se realizó el análisis de los datos. En primer lugar, se identificaron las páginas relacionadas con el eje y contenidos propuestos, posteriormente se estudiaron todas las secciones presentes: el contenido (a través del texto), las imágenes (interpretando su connotación y significado dado por el contexto), los pie de imagen (como descripción y contexto) y las actividades prácticas o evaluativas. Los datos de cada libro se identificaron a través de unidades de análisis (U) y se enumeraron de manera correlativa para cada libro. Por ejemplo: En la siguiente imagen del texto de 1° básico, figura 1, se presentan las unidades de análisis 9 y 10 identificadas como U9 y U10.

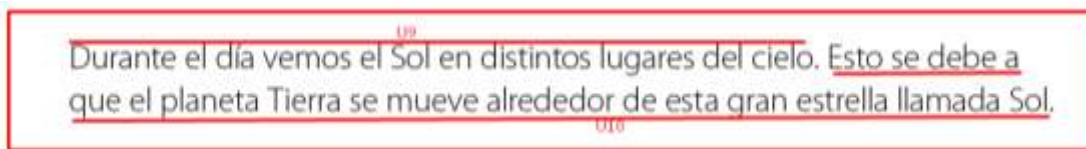


Figura 1.

3.5.1 Análisis de Contenido

Las explicaciones científicas, imágenes y esquemas fueron estudiadas bajo el análisis de contenido. Para Bardín (1986:7, citado en López 2002) este tipo de análisis se compone de diferentes instrumentos metodológicos que se aplican en lo que él denomina “discursos” (contenidos y continentes). De vital importancia es el investigador y su capacidad de inferencia.

El análisis de contenido posee dos ramas: Objetiva (en cuanto al rigor) y Subjetiva (debido a la interpretación del investigador).

La máxima complejidad de este tipo de análisis recae en definir de manera precisa y objetiva las unidades de análisis.

Es por esto que Holsti (1969:14) nos indica que esta técnica, permite llevar a cabo inferencias para la identificación objetiva y sistemática que identifica características específicas de los mensajes, posibilitando la obtención de datos con grado máximo de objetividad.

A continuación, presentamos un ejemplo de análisis de contenido de una página (132) del Libro de Texto de Ciencias Naturales de Primero Básico.

En primer lugar se identificaron las unidades de análisis (U), las cuales se identificaron en un recuadro. En la siguiente imagen, figura 2, se identifican ejemplos de datos textuales, icónicos y actividades. En el recuadro rojo, se identifican los datos que provienen del contenido textual, en este caso tanto para el desarrollo del contenido como para las actividades y luego, en el recuadro azul se identifican los datos que provienen de las imágenes.

Una vez identificadas las unidades de análisis y asignado un número correlativo, para poder identificarla en el texto, se procedió a relacionar con los códigos y categorías, presentadas en la matriz de análisis (Tabla 6).

Durante el día vemos el Sol en distintos lugares del cielo. Esto se debe a que el planeta Tierra se mueve alrededor de esta gran estrella llamada Sol.



Actividad 3 Comento diferencias que observo en el día

1. ¿En qué momento del día sientes más frío?
2. ¿Qué diferencias observas entre la luminosidad del mediodía y de la tarde?

En la lección 2 aprendí



Completa las oraciones.

- a. Durante el día, los rayos del _____ llegan a la superficie de la Tierra.
- b. Durante la _____ comenzamos a ver el Sol.
- c. Al _____ el Sol está justo sobre nosotros.
- d. En la _____ baja la temperatura y la luminosidad.

Figura 2.

Por ejemplo, en el siguiente fragmento, figura 3, se seleccionaron 2 unidades de análisis (U9 y U10) y la unidad de análisis U9 se relaciono con 2 códigos: Geocéntrico y Movimiento Activo del Sol. Por su parte, la unidad de análisis U10 posee los códigos Heliocéntrico y Movimiento Activo del Planeta.

^{U10}
Durante el día vemos el Sol en distintos lugares del cielo. Esto se debe a que el planeta Tierra se mueve alrededor de esta gran estrella llamada Sol.
_{U10}

Figura 3.

La siguiente imagen, figura 4, identificada como Unidad de análisis 11 (U11) del texto de 1° básico, en donde se muestra el movimiento del Sol por la bóveda celeste, se relacionó con los códigos: Geocéntrico y Movimiento Activo del Sol.



Figura 4.

Otro ejemplo, sobre cómo se realizó el análisis descriptivo, se propone a continuación con el texto identificado como unidad de análisis 12 (U12), figura 5, en donde se presentan ideas que se pueden relacionar con los códigos Geocéntrico y movimiento activo del Sol, según la propuesta presentada en la matriz de análisis (Tabla 6)


El Sol se ve aparecer por detrás de la cordillera.	U12	El Sol se ubica justo sobre nosotros.	Dejamos de ver el Sol. Pronto será de noche.
---	-----	--	---

Figura 5.

Finalmente, en las actividades también fue posible identificar unidades de análisis sobre el contenido. En la U13, figura 6, que presenta datos textuales, razón por la que se destaca en un recuadro rojo, mediante las preguntas b y c, se presentan características propias del código Geocéntrico y Movimiento Activo del Sol.

En la lección 2 aprendí

U13



Completa las oraciones.

a. Durante el día, los rayos del _____ llegan a la superficie de la Tierra.

b. Durante la _____ comenzamos a ver el Sol.

c. Al _____ el Sol está justo sobre nosotros.

d. En la _____ baja la temperatura y la luminosidad.

Figura 6.

Los códigos Geocéntrico y Heliocéntrico corresponden a la categoría Ubicación Estelar, mientras que los códigos Movimiento Activo del Planeta y Movimiento Activo del Sol pertenecen a la categoría Fenómenos Naturales en el Espacio.

Una vez concluido el análisis del contenido y relacionadas todas las unidades con los códigos propuestos en la matriz de análisis,

podríamos destacar que la página 132 del libro de texto de 1° básico, presenta mayoritariamente ideas del modelo geocéntrico.

3.6 Triangulación metodológica

A través de este cruce de datos, para cada uno de los libros de texto de la muestra analizada, fue posible relacionar las ideas presentadas a través del contenido (texto, imágenes, actividades) con las características del Sistema Solar. Este proceso se denomina triangulación metodológica, ya que es una estrategia metodológica que permite dar credibilidad o validez a la investigación. Su uso ayuda a un enriquecimiento y mejor comprensión del tema en cuestión. Además de otorgar mayor confiabilidad, mayor nivel de precisión y contrastar la consistencia interna del estudio.

La triangulación metodológica consistió en analizar un tema desde distintos puntos de vista para obtener una conclusión, en este caso la presencia de un modelo del Sistema Solar en particular.

La ventaja de la triangulación, indica Flick (2004) recae en *“que incrementa el alcance, la profundidad y la consistencia en las actuaciones metodológicas”*.

4.- RESULTADOS Y ANÁLISIS

Según la propuesta de análisis antes descrita, a continuación se presentan los resultados. En primer lugar, se hace referencia a la conformación del corpus de datos, de tal manera de entender cómo se levantaron las unidades de análisis para cada uno de los libros y cómo se relacionaron con las categorías y códigos propuestos a partir del marco teórico. Luego, se presentan los resultados de cada libro analizado, haciendo énfasis en las ideas explícitas a través del contenido (textual, icónico y actividades) sobre las características del Sistema Solar; para cada uno de los casos además, se relacionan estas ideas con las categorías propuestas y con los niveles de enseñanza de la astronomía según Ten y Monros (1984). Finalmente, se hace un análisis general de los libros para analizar cuáles son las ideas que predominan a través de los libros de texto que entregó el MINEDUC durante el año 2013.

4.1. – Corpus de datos

Esta primera etapa consistió en la identificación, organización y sistematización de los datos provenientes de cada uno de los libros analizados, con el propósito de identificar las unidades de análisis, para constituir el corpus de datos, que según Bardín (2002, citado en López 2002), corresponde *“al conjunto de datos tenidos en cuenta para ser sometidos a los procedimientos analíticos”*. Durante este proceso se consideró un proceso de *exhaustividad* en relación a considerar todos los elementos, es decir no se omitió ningún

elemento conceptual presente en los libros y relacionado con el objetivo de la investigación. Otro criterio fue la *representatividad* y *pertinencia* de los datos, dado que según el MINEDUC (2009; 2013) es en estos niveles donde se abordan ideas acerca del sistema solar y a través del estudio de las unidades específicas de los textos se identificaron todas las ideas al respecto.

La totalidad de unidades de análisis identificadas en los libros de texto de 1°, 3°, 7° básico y 2do medio, se relacionaron con los códigos y categorías propuestas en la matriz de análisis y son presentados en el Anexo 1. A continuación, se propone un ejemplo sobre cómo se constituyó el corpus (Tabla 7).

Pág	Ubicación	Indicador	Subcategoría	Categoría	Tipo de evidencia	Evidencia	Argumentos
126	Actividad 1. "Escribe cómo se llama cada uno de estos cuerpos celestes."	Esfera	Forma del planeta	Forma y Tamaño	Imagen	Imagen comparativa entre Planeta, Sol y Luna	El contorno es circular
126	Actividad 1. "Escribe cómo se llama cada uno de estos cuerpos celestes."	Igual tamaño	Tamaño del planeta	Forma y Tamaño	Imagen	Imagen comparativa entre Planeta, Sol y Luna	Los tres cuerpos se presentan del mismo tamaño y forma.
128	Lección 1. Actividad introductoria	Esfera	Forma del planeta	Forma y Tamaño	Imagen	Imagen explicativa. Día y Noche.	La imagen muestra al planeta circular, pero resalta luz y sombra: es una esfera

Tabla 7. Ejemplo de constitución del corpus Libro de Texto 1° básico.

A continuación se presentan los resultados y análisis de cada uno de los libros de la muestra.

4.2.- Libro de Texto de Primero Básico: Modelo Grecolatino.

En el libro de texto de 1° básico las ideas sobre el Sistema Solar, están mayoritariamente relacionadas con el Modelo Grecolatino. Es decir, que se describe al planeta Tierra como el centro del universo (Ubicación estelar: Geocéntrico) con el resto de los cuerpos celestes con Movimiento activo en torno a él, entre ellos el Sol. Además se afirma que la Forma del Planeta se asemeja a una Esfera. Es este el modelo propuesto por el libro de texto de primero básico dado que las categorías indican:

- Ubicación Estelar: corresponde a la posición y relevancia que tiene un cuerpo celeste en el Universo, pudiendo ser Geocéntrico, Heliocéntrico o Acentral.

El Libro de Texto de Primero Básico presenta al planeta Tierra como centro del Sistema Solar y como lo indica López (1995): *“En este sentido, nuestro interés gira en torno a las relaciones espaciales del sistema Tierra-Sol-Luna, así como fundamentalmente, de este sistema en relación con el resto del Universo”*, así el centro del Sistema Solar será para las/los estudiantes de primer año básico el centro del Universo.

El código Geocéntrico está presente tanto en las actividades, imágenes y textos explicativos de la unidad 4 del Libro de Texto.

Evidencia de lo anterior es la imagen esquemática de la página 132, U11.



Figura 7.

Observamos que las imágenes, figura 7, muestran al Sol en diferentes posiciones del cielo durante el transcurso del día. Esto induce a pensar que es el Sol quien se traslada en torno a la Tierra.

- Forma del Planeta: corresponde a la representación plana o tridimensional del planeta. La forma del planeta puede ser Plano, Esférico, Geoide.

En este libro de texto se representa al planeta Tierra mediante esferas, tal como lo indican las unidades de análisis U1, U3, U7 (en la figura 8) y U18.

Actividad 1 Comprendo cómo llega la luz del Sol

1. Consigan un globo terráqueo y una linterna.
2. Sigán las instrucciones de su profesor.

U7



Pide más instrucciones

The image shows a page from a textbook. At the top, there is a red header with the text 'Actividad 1 Comprendo cómo llega la luz del Sol'. Below this, there is a red-bordered box containing two numbered instructions: '1. Consigan un globo terráqueo y una linterna.' and '2. Sigán las instrucciones de su profesor.' To the right of this box is the label 'U7'. Below the instructions is a photograph of a young boy and a young girl looking at a globe. To the right of the photograph is a circular stamp that says 'Pide más instrucciones'.

Figura 8.

Las instrucciones son explícitas al requerir un globo terráqueo que posee la forma de una esfera.

- Fenómenos Naturales en el Espacio: Esta categoría corresponde al origen de la actividad de los cuerpos celestes, así como la descripción de la presencia o ausencia de movimientos de estos.

La unidad de análisis U19, figura 9, nos indica que el Sol se encuentra en diferentes posiciones del cielo ya que este se mueve, según lo explicitado en el apartado Ubicación Estelar, definiendo el concepto en función de este movimiento.

Mediodía: momento del día en el que el sol está en lo más alto sobre el horizonte. U19

Figura 9.

El Nivel de Enseñanza de la Astronomía: Según la clasificación de Ten y Monros (1984), el libro de texto de primer año básico posee un enfoque de carácter **Descriptivo**, el de menor complejidad, dadas las actividades de observación y descripción de los fenómenos del ciclo diario y anual.

Análisis General del Libro de Texto de Primero Básico

El libro de texto de primero básico muestra un modelo Grecolatino, aunque no considere todas las categorías características del

mismo. Se destaca el Geocentrismo, la Esfericidad del planeta Tierra y el Movimiento activo del Sol.

El nivel de enseñanza de la Astronomía que está plasmado en el libro de texto es el de menor complejidad, Descriptivo, solo observaciones directas de los fenómenos “ciclo diario” y “ciclo anual” sin estudio de las causas de ellos.

Este libro de texto en grandes rasgos considera lo que plantea Domínguez (2009) respecto a la excesiva focalización de los conceptos celestes en torno a la Tierra, y como lo indica Schoon (1995) la mayor complejidad que existe en la enseñanza de la astronomía recae en los modelos pre-construidos que los estudiantes traen al aula de clases.

Siguiendo el Marco Curricular (MINEDUC, 2009) y las Bases Curriculares (MINEDUC, 2013), podemos afirmar que el libro de texto de primer año básico cumple el Objetivo de Aprendizaje 11 “Describir y registrar el ciclo diario y las diferencias entre el día y la noche, a partir de la observación del Sol, la Luna, las estrellas y la luminosidad del cielo, entre otras, y sus efectos en los seres vivos y el ambiente” con las salvedades antes mencionadas (los errores conceptuales). En lo concerniente al Objetivo de Aprendizaje 12 “Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente” el libro de texto describe las variaciones en el entorno terrestre debido a los cambios de estación. El libro de texto aborda este Objetivo de Aprendizaje enfocándose en la comunicación de estos por parte de los estudiantes.

De esta forma el libro de texto de primer año básico está limitado por el currículum nacional, las actividades que propone están enfocadas a colaborar con la labor docente y a mejorar la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes, sustentando la definición de Danisova (2001:67) respecto al libro de texto.

Especial mención merece la unidad de análisis U10 que posee un error conceptual. Esta unidad dice *“Durante el día vemos el Sol en distintos lugares del cielo. Esto se debe a que el planeta Tierra se mueve alrededor de esta gran estrella llamada Sol”*. La explicación dada es referida a las estaciones del año, no al ciclo diario.

La unidad de análisis U13 presenta un error en la pregunta “c): *Al_____ el Sol está justo sobre nosotros*”, puesto que el Sol se encuentra justo sobre nosotros solo en el mediodía de las zonas comprendidas entre los trópicos.

4.2.-Libro de texto de Tercero Básico: Modelo Mixto

El libro de texto de tercero básico presenta un Modelo Mixto “Heliocéntrico-Grecolatino”, en este modelo puede existir mayor relevancia de alguna de las características sobre otras, por lo que el Modelo Mixto lo describiremos como unión de los antes descritos en orden decreciente de relevancia.

Dadas las características Heliocéntricas de la categoría Ubicación Estelar y Grecolatinas en las categorías Fenómenos naturales en el espacio y Otros cuerpos celestes.

- Ubicación Estelar: El libro de tercer año básico indica que el Sol es el centro del Universo, aunque solo mencione al Sistema Solar. Las relaciones en el Sistema Solar se pueden extender a las representaciones de las/los estudiantes respecto al Universo, tal como indica López (1995).

Evidencias de lo anterior son las U8 (figura 10) , U9 y U 12.

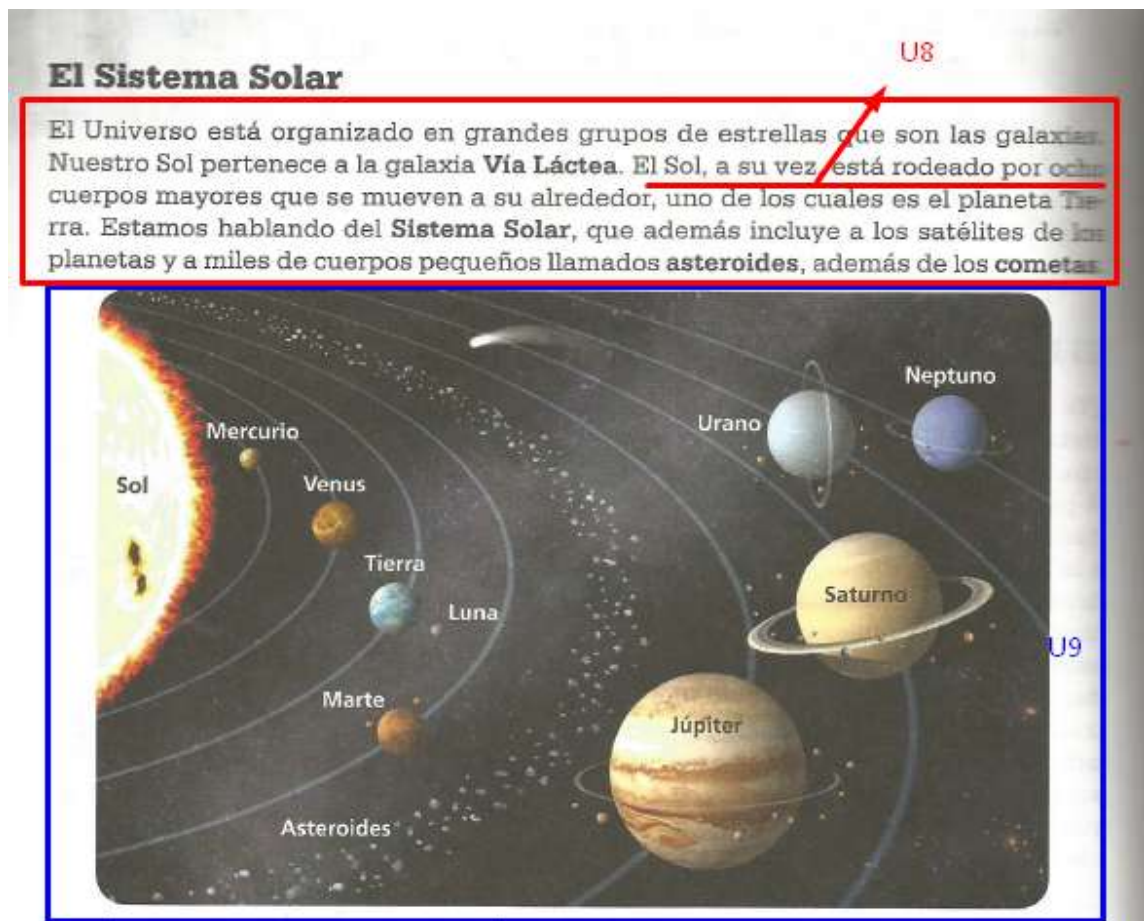


Figura 10.

Las unidades de análisis U8 y U9 indican claramente que el Sol tiene la posición central del Sistema Solar.

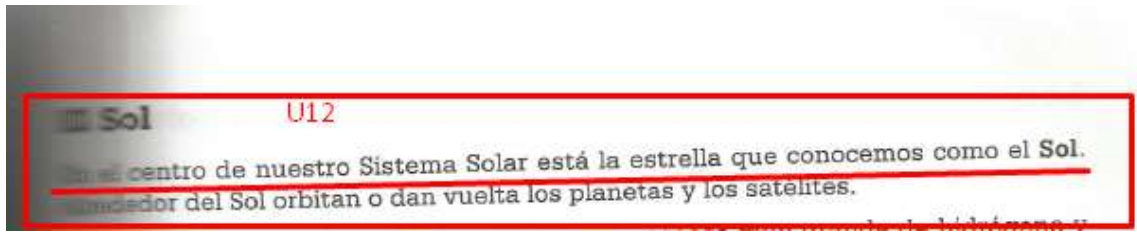


Figura 11.

La unidad de análisis U12, (figura 11) también es explícita en indicar el posicionamiento Heliocéntrico que toma el autor del libro de texto.

Por el lado del Geocentrismo tenemos la unidad de análisis U38, figura 12.

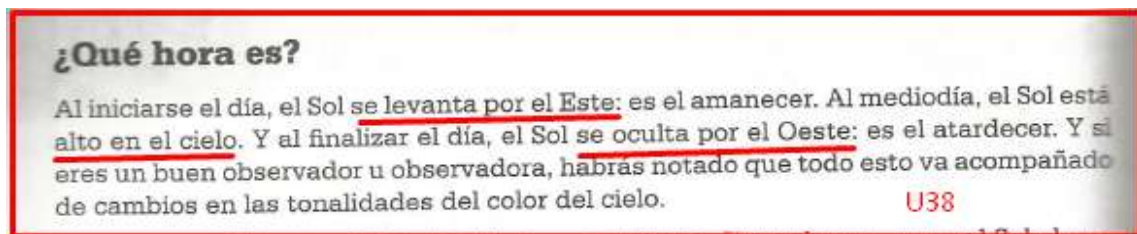


Figura 12.

La Figura 12, unidad de análisis U38, describe el movimiento del Sol a través del cielo durante el día, sin indicar movimiento alguno del planeta Tierra.

- Fenómenos naturales en el espacio: Esta categoría hace alusión a la descripción de los fenómenos que ocurren en el entorno al planeta Tierra y al origen de los mismos.

Dentro de la categoría descrita, los códigos que destacan son Movimiento activo del planeta, Movimiento activo Lunar y Eclipse.

La Figura 13, unidad de análisis U33, es explícita en indicar que el planeta Tierra tiene movimientos en el espacio, que provocan los fenómenos Día-Noche y Estaciones del año en las unidades U43 (figura 14) y U47.

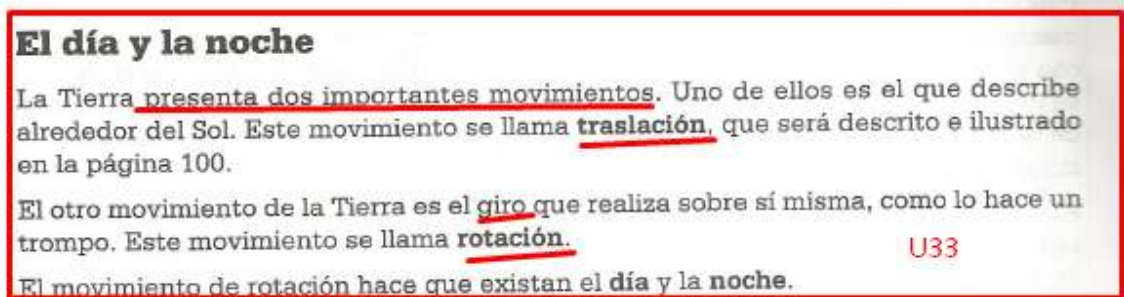


Figura 13.

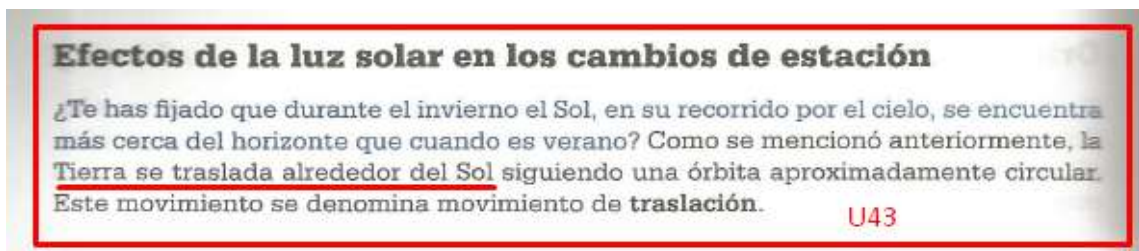


Figura 14.

El código Movimiento activo Lunar queda evidenciado en las actividades, textos explicativos e imágenes, ejemplificamos con las unidades de análisis U50 (figura 15) y U59 (figura 16).



Figura 15.

Eclipse de Luna

U59

En un eclipse de Luna también participan el Sol, la Tierra y la Luna. Como la Luna viaja alrededor de la Tierra, sucede a veces que la Tierra se interpone justo entre el Sol y la Luna, como se ve en la figura.

Figura 16.

Ambos ejemplos indican que el satélite natural de la Tierra posee un movimiento activo de traslación en torno al planeta, el que provoca las diferentes formas que muestra la Luna durante un mes.

El código Eclipse está incluido en la categoría Fenómenos naturales en el espacio. En este libro de texto tiene el carácter descriptivo y explicativo de cómo se provocan los eclipses solares y lunares. Ejemplo de esto es la Figura 17, unidad de análisis U54.

Eclipse de Sol

¿Has visto alguna vez un eclipse de Sol? Es un espectáculo impresionante que se explica por los movimientos de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra.

Cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, y las distancias entre ellos son las adecuadas, se forma en la Tierra una zona de sombra, desde donde el Sol no es visible, y una zona de penumbra, desde donde se ve una parte del Sol. U54

Figura 17.

La unidad U54 posee los elementos descriptivos y explicativos necesarios para comprender el fenómeno “eclipse solar”. Cabe destacar que el código Eclipse es una consecuencia de Movimiento activo del planeta y Movimiento activo Lunar.

- Otros cuerpos celestes: Esta categoría contiene la descripción de las trayectorias de los cuerpos celestes y la relación con leyes naturales.

El modelo Mixto se evidencia en este punto en particular, puesto que los códigos Órbita elíptica y Órbita circular están presentes en las explicaciones, imágenes y actividades.

La Figura 18, unidad de análisis U41, explicita que el planeta Tierra sigue una órbita circular en torno al Sol, modelando con esto la interacción Tierra-Sol.

1. Dibuja una circunferencia en la cartulina, ocupando todo su tamaño. Coloca los materiales como ilustra la figura, en una sala oscurecida. La única luz debe ser la de la ampolleta. U41

Figura 18.

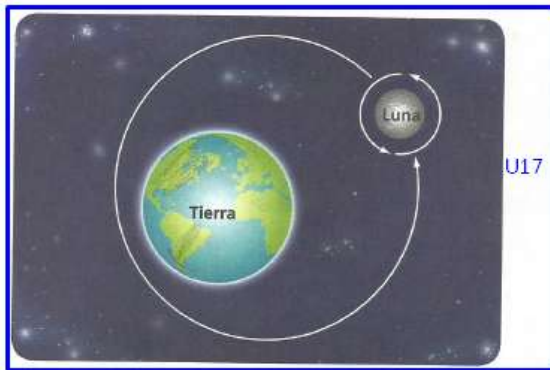
Efectos de la luz solar en los cambios de estación

¿Te has fijado que durante el invierno el Sol, en su recorrido por el cielo, se encuentra más cerca del horizonte que cuando es verano? Como se mencionó anteriormente, la Tierra se traslada alrededor del Sol siguiendo una órbita aproximadamente circular. Este movimiento se denomina movimiento de **traslación**. U44

Figura 19.

La unidad de análisis U44 (figura 19) reafirma lo dicho en la unidad U41.

Por otra parte, las unidades de análisis U17 (figura 20), U28 (figura 21), U45 y U72 refieren que las órbitas de los planetas en torno al Sol, o la Luna en torno a la Tierra, tienen forma elíptica. Todas las unidades antes mencionadas son relativas a imágenes.



Figuras 20 y 21.

El Nivel de Enseñanza de la Astronomía: Si aplicamos la clasificación de Ten y Monros (1984) al libro de texto de ciencias naturales de tercero básico encontramos que este corresponde al nivel **Ilustrativo** ya que se utilizan modelos que representan las observaciones realizadas por otros investigadores anteriormente.

Las actividades fomentan que los estudiantes generen y contrasten hipótesis respecto de los fenómenos celestes.

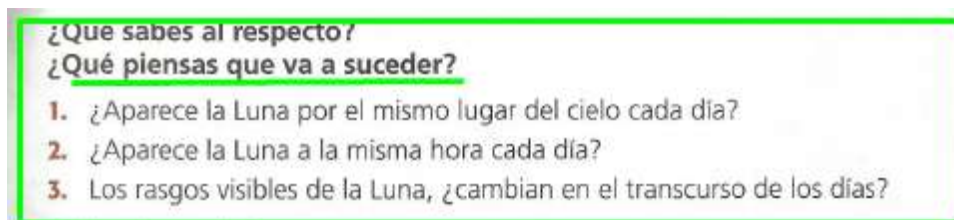


Figura 22.

La actividad precedente se encuentra en la página 86 del libro de texto. Esta promueve el desarrollo de hipótesis mediante preguntas guía.

Análisis General del libro de Tercero Básico

El libro de texto de tercero básico muestra un modelo Mixto Heliocéntrico-Grecolatino. Destacan en él la órbita circular y elíptica, el Heliocentrismo y el Geocentrismo, así como el Movimiento activo del planeta.

El nivel de enseñanza de la Astronomía en el que el libro de texto se inscribe es el **Ilustrativo**, de complejidad media, con énfasis en el desarrollo de hipótesis y su contraste experimental.

Si observamos las Bases Curriculares (MINEDUC, 2013) notamos que el libro de texto no responde a las exigencias del Objetivo de Aprendizaje 11 “Describir las características de algunos de los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, lunas, cometas y asteroides) en relación con su tamaño, localización, apariencia y distancia relativa a la Tierra, entre otros” puesto que solo menciona al Sol, el planeta Tierra y la Luna, aunque en las imágenes se explicita la presencia de otros cuerpos en el Sistema Solar.

El Objetivo de Aprendizaje 12 “Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra” está presente en el libro de texto al mostrar los efectos de los movimientos terrestres en los ciclos diarios y anuales.

Por su parte, el Objetivo de Aprendizaje 13 “Diseñar y construir modelos tecnológicos para explicar eventos del Sistema Solar, como la sucesión de las fases de la Luna y los eclipses de Luna y de Sol, entre otros” queda patente en las actividades propuestas para los estudiantes.

Bajo la mirada de Stray (1991:1) el libro de texto de tercer año básico está bien diseñado para la enseñanza dada la secuencia de su estructura. Sin embargo merecen atención algunas afirmaciones que se presentan que puede promover errores conceptuales.

Así, la unidad de análisis U38 señala que *“Al iniciarse el día, el Sol se levanta por el Este: es el amanecer. Al mediodía, el Sol está alto en el cielo. Y al finalizar el día, el Sol se oculta por el Oeste: es el atardecer”*, esto no ocurre en todo el planeta, basta con acercarse al Círculo Polar Ártico y esto no sucede.

4.3.-Libro de Texto de Séptimo año básico: Modelo Heliocéntrico

A través del análisis del libro de 7° básico, se identificaron ideas relacionadas con el Modelo Heliocéntrico, que corresponde al modelo formado por características tales como la posición central del Sol en el Sistema Solar, órbitas circulares de los planetas en torno al astro, todo regido bajo leyes universales.

- Ubicación estelar: El libro de texto de séptimo básico presenta los códigos Geocéntrico y Heliocéntrico por igual. Ambos códigos se encuentran en explicaciones de los modelos de Sistema Solar. Las unidades de análisis de mayor

interés en el estudio son las que tienen relación con explicaciones fuera de la descripción de modelos.

El código Heliocéntrico es explícito en el libro de texto. Sin embargo, se encontró que la unidad de análisis U6 (figura 23) muestra un sistema Geocéntrico al utilizar la frase destacada.

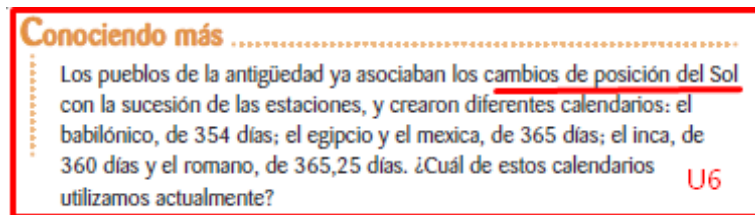


Figura 23.

El carácter Heliocéntrico lo aportan otras unidades de análisis U16, U19 (figura 24) y U21.

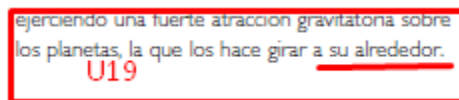


Figura 24.

La unidad U19 es explícita para indicar que el Sol es el centro del Sistema Solar y el resto de los cuerpos celestes giran en torno a él.

- Fenómenos naturales en el espacio: Esta categoría describe y explica los fenómenos que afectan a los cuerpos celestes y a las estructuras cósmicas. Se incluyen en esta categoría los códigos Movimiento activo Lunar, Movimiento activo del Sol, Movimiento activo del Planeta.

La unidad de análisis U20 (figura 25) indica que el Sol presenta movimientos de rotación y traslación, por lo tanto queda inscrito en el código Movimiento activo del Sol.

U20

Durante varios siglos, el Sol fue considerado un astro inmóvil. Sin embargo, gracias a los avances tecnológicos que han permitido su estudio, actualmente sabemos que presenta movimientos de rotación (rota sobre sí mismo) y de traslación se mueve alrededor del centro de la galaxia).

Figura 25.

La unidad de análisis U22 (figura 26) comenta que la Luna posee movimiento, por lo que queda incluida en el código Movimiento activo Lunar.

La Luna: nuestro satélite natural U22

La Luna, que gira alrededor de la Tierra, es su único satélite natural. Al igual que todos los satélites naturales, es un **astro opaco**. Entonces, ¿de dónde

Figura 26.

El Nivel de Enseñanza de la Astronomía del libro de texto de séptimo año básico se clasifica en el nivel **Ilustrativo**, puesto que instruye respecto de los modelos e ideas acerca del Sistema Solar y el Universo a lo largo de la historia. Además, este libro de texto se enfoca en la comprensión de las ideas históricas y el desarrollo de las mismas en base a la observación directa del cielo.

Análisis General del Libro de Texto de Séptimo Básico

Destaca en el libro de texto la presentación de los modelos e ideas acerca del Sistema Solar en base al desarrollo histórico de las mismas, proveyendo además de esquemas imágenes que explican cada idea acerca del Sistema Solar.

En el Modelo Heliocéntrico es la ubicación del Sol en el centro del Sistema Solar y las comparaciones de distancia y movimientos del resto de los cuerpos celestes en torno al Sol lo característico y relevante. Dada esta definición podemos decir que el libro de texto de séptimo básico presenta el Modelo Heliocéntrico.

Contrastando con el Marco Curricular (MINEDUC, 2009) notamos que el Aprendizaje Esperado 12 “Reconocer la inmensidad del Universo a través del análisis de los tamaños comparativos de las estructuras cósmicas y de las distancias que las separan” está enfocado a las macro-estructuras celestes, más allá del Sistema Solar. En el libro de texto podemos apreciar la presencia de referencias a la inmensidad del Universo y los fenómenos que le afectan a modo de introducción a Cosmología.

El resto de actividades, explicaciones e imágenes explicativas se refieren a la posición central del Sol en el Sistema Solar, así como las comparaciones de las distancias entre los diferentes cuerpos celestes del Sistema Solar.

Lo anterior, según Ten y Monros (1984), corresponde al nivel Ilustrativo de enseñanza de la astronomía ya que se explican los

diferentes modelos del Sistema Solar a lo largo de la historia y a su vez se modelan los componentes del mismo siguiendo esquemas.

Este libro de texto promueve la construcción de hipótesis y su contraste por medio de esquemas e investigación bibliográfica como de observaciones directas.

4.4.- Libro de Texto de Segundo Medio: Modelo Mixto

En el libro de texto de 2do medio, se identificaron ideas relacionadas con el Modelo Mixto Heliocéntrico-Geocéntrico se caracteriza por la relevancia de la posición del Sol en el Universo, órbitas circulares de los planetas así como las causas de todos los fenómenos naturales en el espacio son leyes universales que los rigen.

La característica Geocéntrica del Modelo Mixto es la posición central del planeta Tierra en el sistema Tierra-Luna.

- Otros cuerpos celestes: En esta categoría se encuentran los códigos relativos a la relación entre la Tierra y el entorno celeste. Califican aquí la forma de la órbita planetaria, Elíptica o Circular.

La figura 27, unidad de análisis U11, indica la forma de la órbita de un planeta en torno al Sol, explicitando que esta es elíptica.

La elipse es una curva que posee dos focos. Para el caso de las órbitas planetarias, el Sol se ubica en uno de ellos. Las distancia de afelio y perihelio para la Tierra corresponden a 152,1 y 147,1 millones de kilómetros, respectivamente.

U11

Figura 27.

La Figura 28, unidad de análisis U50, es evidencia de la presencia del código Órbita Circular, concepto que permanece en el libro de texto.

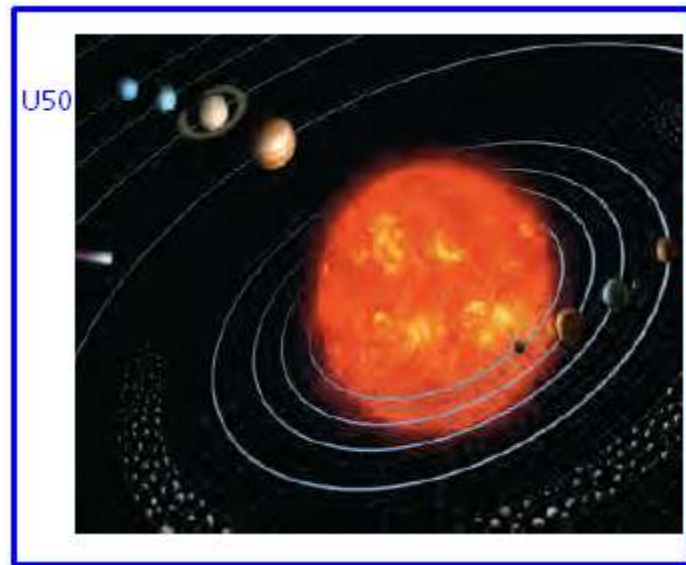


Figura 28.

En la Figura 28, U50, las órbitas que se aprecian son circulares con el Sol en el centro de ellas.

- Fenómenos naturales en el espacio: Esta categoría presenta los códigos Movimiento activo del Planeta, Movimiento activo Lunar, Leyes universales.

La Figura 29, unidad de análisis U15, se refiere al Movimiento activo del Planeta y los fenómenos que tiene asociado.

En cursos anteriores has aprendido que las diferentes estaciones del año se deben a la combinación de dos factores: uno es la inclinación del eje terrestre con respecto a la eclíptica, y el otro es la traslación de la Tierra en torno al Sol, ciclo que dura un año. Sabemos que la órbita de la Tierra es casi circular, y por

Figura 29.

El ciclo anual es descrito en términos de los movimientos del planeta Tierra en torno al Sol y a la inclinación respecto de la eclíptica del eje de rotación.

EVALUACIÓN DE PROCESO _____

Responde las siguientes preguntas. U44

1. ¿Cuál es la causa del movimiento de los planetas alrededor del Sol?

Figura 30.

La unidad de análisis U44 (figura 30) es una muestra del código Movimiento activo del Planeta en actividades evaluativas dentro del libro.

La Figura 31, unidad de análisis U35, por su parte, explicita que la variación de la forma visible de la Luna durante el mes es debido al Movimiento activo Lunar.

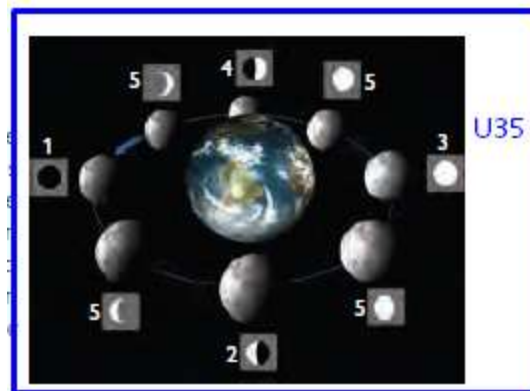


Figura 31.

La unidad de análisis U38 contiene el código Movimiento activo Lunar relacionando el movimiento del planeta con el de la Luna.

En realidad, la Luna no gira en torno a la Tierra, sino que la Tierra y la Luna giran en torno al centro de masas de ambos. La excentricidad de la Luna es de 0,055, es decir una elipse más "alargada" que la que forma la Tierra alrededor del Sol. U38

Figura 32.

Las causas del movimiento de los cuerpos celestes se agruparon bajo el código Leyes universales, del cual se muestran algunos ejemplos.

La unidad de análisis U22 (figura 33) indica que existen leyes universales que rigen el comportamiento de ciertos fenómenos.

En la actividad anterior pudiste experimentar que para mantener girando un cuerpo es necesario ejercer una fuerza hacia el centro de giro. El físico inglés Isaac Newton relacionó aquello con el movimiento de los planetas y la caída de los cuerpos en la Tierra. U22

Figura 33.

- Ubicación estelar: En esta categoría se ubican aquellos códigos que se relacionan con el cuerpo celeste que se ubica en el centro del Universo.

La Figura 34, unidad de análisis U10, es explícita en indicar que el Sol se encuentra en el centro del Sistema Solar.

Todos los planetas describen órbitas elípticas en torno al Sol, el que se ubica en uno de los focos de la elipse.

U10

Figura 34.

La unidad de análisis U51 (figura 35) muestra de forma gráfica que la posición central del Sistema Solar la tiene el Sol.

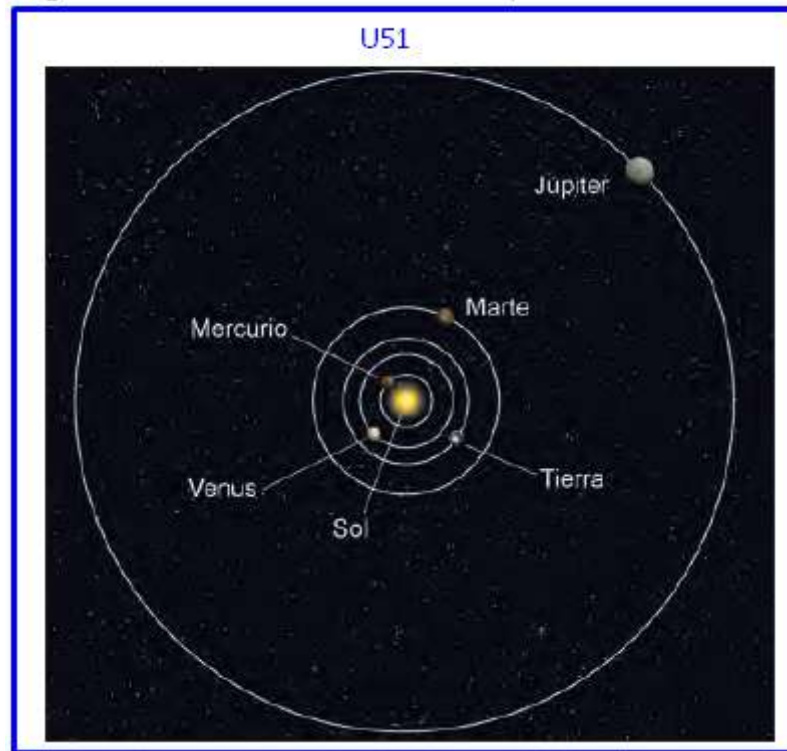


Figura 35.

El Nivel de Enseñanza: Bajo la clasificación de Ten y Monros (1984), el libro de texto de segundo medio presenta un nivel de enseñanza de la astronomía **Ilustrativo**, donde se presentan los constructos teóricos de diferentes científicos y las evidencias que los han avalado.

Análisis General del Libro de Texto de Segundo Año Medio

El libro de texto de segundo año medio presenta un Modelo Mixto, Heliocéntrico-Geocéntrico. Heliocéntrico en cuanto los fenómenos naturales en el espacio son debido a leyes naturales universales, la posición central del Sol en el Sistema, y la presencia de órbitas circulares para los cuerpos trasladándose en torno al Sol.

Si bien es cierto que el código Órbita elíptica es dominante en el texto, no basta para incluir en esta mixtura el Modelo Moderno.

El geocentrismo está dado por el Sistema Tierra-Luna y la importancia que se extiende el en texto.

El nivel de enseñanza de la astronomía corresponde al **ilustrativo**, tendiendo al Contraste Matemático si se sistematiza un proceso de desarrollo de hipótesis, observación dirigida y metódica, obtención de datos y el contraste con las teorías propuestas o validadas.

El Marco Curricular (MINEDUC, 2009), establece que los estudiantes deben lograr los siguientes aprendizajes: 7 “Reconocer la importancia de las leyes físicas formuladas por Newton y Kepler para realizar predicciones en el ámbito astronómico” que es la evidencia de mayor peso en la calificación de nivel Ilustrativo del enfoque de este libro de texto.

El Aprendizaje Esperado 8 “Reconocer diversas evidencias acerca del origen y evolución del Sistema Solar” también se encuadra en el nivel Ilustrativo de enseñanza de la astronomía.

Ambos Aprendizajes Esperados se ven cumplidos en el libro de texto de segundo año medio.

4.5. Resultados y Análisis Generales

Una vez presentados los resultados y análisis de cada uno de los libros de texto, pertenecientes a la muestra, se realizaron dos tablas comparativas 7 y 8, para identificar si las ideas acerca del Sistema Solar están presentes o no en todos los niveles de la misma manera. En la Tabla 7, se consideraron sólo los datos provenientes de las imágenes y en la Tabla 8, los datos que provenían del texto, ya que no necesariamente esta información es complementaria.

Nivel	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS				
	Forma del Planeta	El resto de los cuerpos celestes:	Tiempo de existencia del planeta	Fenómenos naturales en el espacio	Ubicación estelar
1° básico	Esfera	NA	NA	Estático	NA
3° básico	Esfera	Órbitas elípticas	NA	Dinámico, regido por leyes universales	Heliocéntrico Geocéntrico
7° básico	NA	NA	NA	NA	Heliocéntrico Geocéntrico
2° medio	NA	Órbitas elípticas	~5*10 ⁹ años	Movimiento Activo Regido por leyes universales	Heliocéntrico

Tabla 8. Presencia de los indicadores particulares de cada idea de universo en los diferentes libros de texto. Imágenes explicativas.

Como se aprecia en la Tabla 7. Los textos escolares a través de las imágenes explicativas hacen alusión a algunas características del Sistema Solar durante determinados cursos. Así, se aprecia que sólo durante 1° y 3° básico se ilustra la forma del Planeta,

como una esfera. Con respecto al resto de los cuerpos celestes sólo representan en 3° y 2do medio que poseen orbitas elípticas. El Tiempo de existencia del Planeta solo es señalado durante 2do medio. Acerca de los fenómenos naturales en el espacio, se presentan varias ideas, a excepción de 7° básico. Finalmente, las imágenes dan cuenta de una ubicación estelar tanto Heliocéntrica como Geocéntrica.

En cuanto al contenido textual, se puede afirmar que varias de las ideas planteadas a través de las imágenes son sustentadas mediante el contenido textual. Por ejemplo, se siguen haciendo alusiones a la forma esférica del planeta, se señalan orbitas elípticas acerca del resto de los cuerpos celestes, de un movimiento activo sobre los fenómenos naturales en el espacio y de una ubicación estelar Helio y Geocéntrica. Además, se mencionan otras ideas, en 3° básico se dice también que el planeta es una esfera redonda y plana además que hay órbitas circulares, lo que se señala también en 2do medio. En 7° básico, se menciona además que hay un movimiento activo de expansión para los fenómenos naturales en el espacio y finalmente, que hay una ubicación acentral, elementos relevantes para comprender el Sistema Solar, pero que no se desarrollan en los otros niveles.

Nivel	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS				
	Forma del Planeta	El resto de los cuerpos celestes:	Tiempo de existencia del planeta	Fenómenos naturales en el espacio	Ubicación estelar
1° básico	Esfera	NA	NA	Movimiento Activo	Geocéntrico
3° básico	Esfera Redonda Plana	Órbitas circulares	NA	Movimiento Activo	Heliocéntrico
7° básico	NA	Órbitas Elípticas	NA	Movimiento Activo Expansión	Heliocéntrico Geocéntrico Acentral
2° medio	Esfera	Órbitas elípticas Órbita circular	NA	Movimiento Activo	Heliocéntrico

Tabla 9. Presencia de los indicadores particulares de cada idea de universo en los diferentes libros de texto. Texto explicativo.

A partir de los resultados descritos anteriormente, se aprecia que los libros de texto en general, tiene una disposición a enseñar las ciencias del espacio en un nivel Ilustrativo según la clasificación de Ten y Monros (1984). Este nivel de enseñanza de la astronomía permite a las/los estudiantes conocer las características del entorno celeste, así como comprender las Leyes que lo rigen y las diversas ideas que han propuesto las civilizaciones a lo largo de la historia.

Según Ten y Monros (1984), este nivel de enseñanza de la astronomía necesita conocer las teorías y los métodos de los investigadores pasados, para así poder ingresar al nivel de Contraste Matemático. El nivel de Contraste Matemático no tiene cabida en los libros de texto estudiados, puesto que este nivel necesita de observaciones directas y dirigidas. También es necesario que las/los estudiantes posean manejo de elaboración de hipótesis y desarrollo de métodos de contraste.

5.- Conclusiones

Una vez concluida la investigación y en vista de los resultados encontrados es posible concluir sobre **Cuáles son las ideas acerca del sistema solar que predominan en los libros de texto** que:

Las ideas presentadas sobre Sistema Solar en los libros de texto de ciencias naturales 1°, 3°, 7° y física 2do medio entregados por el MINEDUC (2013), corresponden a ideas mixtas, entre el modelo Heliocéntrico y Geocéntrico. Esta mezcla de ideas acerca del sistema solar, en forma de modelo mixto Heliocéntrico-Geocéntrico se explica según Schoon (1995), por la dificultad de enseñar y aprender astronomía debido a los modelos pre-construidos y las ideas preconcebidas que tanto las/los estudiantes, autores de libros de texto y profesores puedan poseer.

Las ideas acerca del modelo mixto, presentan características Heliocéntricas en mayor presencia, pero con vasta cantidad de referencias Geocéntricas, lo que permite confirmar el supuesto de la investigación al considerar el Geocentrismo como modelo representativo del Sistema Solar. Según señala Domínguez (2009) en otros estudios internacionales, se cree que esta decisión se debe a la necesidad de hacer coherentes las observaciones y las explicaciones que las/los estudiantes generan cotidianamente, lo que está conllevando a asumir varios errores conceptuales, como algunos de los identificados en los libros de educación básica, los

cuales se pueden ir consolidando como ideas previas – bases para los nuevos conocimientos- acerca del Sistema Solar.

Sí bien aparecen ideas que están relacionadas con el modelo heliocéntrico, están orientadas a que las/los estudiantes comprendan las leyes físicas que dominan los movimientos de los cuerpos celestes del Sistema Solar, colaborando luego a la comprensión de los fenómenos naturales del espacio, más allá de comprender las características propias del Sistema Solar. Esta conclusión puede ser sustentada por lo que indicó Copérnico en sus escritos, acerca que la posición del Sol en el centro del Sistema Solar permite simplificar el modelo de movimiento de los cuerpos celestes.

Además podemos concluir que las ideas presentadas a través de los libros de texto sobre el Sistema Solar sólo exponen ideas de hombres occidentales, sin hacer mención alguna a los aportes de mujeres astrónomas como Caterina Scarpellini (1808 - 1873), experta en Sistema Solar y en las constelaciones; Charlotte Moore Sitterly (1898-1990) estudio el espectro solar ; Caroline Lucrecia Herschel (1750-1848), quien junto a su hermano descubrió el planeta Urano, 8 cometas y 3 nebulosas; Antonia Caetana Maury (1866-1952) desarrolló un sistema de clasificación de estrellas que distinguía estrellas gigantes de enanas para un mismo tipo espectral; Annie Jump Cannon (1863-1941), quien clasificó más de 225000 estrellas y estableció un sistema de clasificación que aún se utiliza hoy día.

Podemos concluir también que las ideas acerca del Sistema Solar que desarrollan los libros de texto son todas provenientes de Occidente, dejando de lado las ideas Orientales. No son mencionadas siquiera de forma histórica, esto puede inducir a las/los estudiantes a pensar que el desarrollo de la ciencia moderna y los conocimientos que conlleva han surgido solo en occidente, lo que claramente además de ser un error, supone una visión tradicional de la actividad científica. Tampoco se hace alusión al uso de instrumentos como el astrolabio, los zijes o las tablas de apoyo astronómico, que pueden permitir comprender otras ideas acerca del cosmos (North, 1994).

Varias de las ideas acerca del Sistema Solar, presentadas en los libros de texto, se pueden relacionar con el **nivel de enseñanza de la astronomía según la clasificación de Ten y Monros (1984), que se evidencia en los libros de texto analizados**, concluyendo que:

El nivel de enseñanza de la astronomía es principalmente descriptivo e ilustrativo. A través de los textos escolares no se promueve el nivel de enseñanza de Contraste Matemático, puesto que falta sistematización de las observaciones, creación de hipótesis y el contraste de las actividades evaluativas con el diagnóstico.

El libro de primer año básico que establece un Sistema Solar Geocéntrico (idea central del Modelo Grecolatino), basado en las observaciones del ciclo diario y anual. Según la propuesta de Ten y Monros (1984), este libro de texto está en nivel Descriptivo, lo cual es una buena aproximación al estudio de la astronomía ya que los estudiantes inician sus investigaciones describiendo los fenómenos cotidianos sin intentar explicarlos.

Los libros de textos correspondientes a los años 3 ° y 7 ° básico y 2do medio pertenecen al nivel Ilustrativo ya que se detallan las trayectorias de los cuerpos celestes y la expansión del universo. Este nivel es de mayor complejidad que el nivel Descriptivo, puesto que es necesario además de describir los fenómenos, explicarlos mediante modelos desarrollados por diversas civilizaciones a lo largo de la historia.

A pesar de la cantidad de ejercicios de aplicación de leyes presentes en el libro de texto de 2° medio este no califica en el nivel de Contraste Matemático al carecer de observaciones dirigidas y sistematizadas que permitan formular hipótesis y su posterior tratamiento matemático.

Finalmente, se evidencia que existe la necesidad de revisar en general el contenido de los libros de texto, considerando su amplia cobertura a nivel nacional y teniendo en cuenta que son los establecimientos municipales y particulares subvencionados a

donde llegan, los que tienen desempeños por debajo del promedio nacional. El contenido disciplinar presente en los libros de texto requiere de mayor importancia, la astronomía según Schoon (1995) es una disciplina difícil de enseñanza y aprender y por ello, se debería re-considerar dentro de los criterios de licitación (Tabla 4). El ítem E “Desarrollo de ideas y conceptos disciplinares” tienen en cuenta sólo un aspecto sobre la “Rigurosidad de la información y los recursos” y se puede deber a esto, que existan varios errores conceptuales sobre las ideas del sistema solar, lo que puede de alguna manera, explicar porque el estudiantado presenta ideas que no corresponden a las teorías científicas. Es por esto que se sugiere que los libros de texto sean supervisados tanto en la redacción como en la edición, por expertos en los diversos temas, tanto disciplinares como pedagógicos y didácticos.

5.1 Perspectivas y Proyecciones

A partir de los datos recolectados mediante la matriz de análisis (Anexo 1), es posible realizar otro tipo de análisis para profundizar la búsqueda de errores conceptuales, el desarrollo de nuevas formas de ilustrar los conceptos relativos al Sistema Solar sin generar conflictos entre el esquema y el texto explicativo; o el diseño de nuevas formas de abordar el contenido sobre sistema solar en la educación básica y media.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernstein, B. (1997). *La estructura del discurso pedagógico*. Vol. IV. Madrid: Morata.
- Chamizo, J. (2010) “Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.
- Coronado, G. (2001) “Tycho Brahe: Astronomía y cosmología.” *Rev. Filosofía Univ. Costa Rica XXXIX (99) Extraordinario*, pp 181-186.
- Cosmoeduca (2010) www.iac.es/cosmoeduca
- Danisova, E. (2007). Política para la publicación de libros de texto en la República de Eslovaquia, Chile. Seminario Internacional de Textos Escolares Ministerio de Educación, UNESCO. Santiago: Talleres LOM.
- Dankhe, O. L. (1976). Investigación y comunicación, en C. Fernández—Collado y G.L. Dankhe (Eds): “La comunicación humana: ciencia social”. México, D.F: McGrawHill de México. Capítulo 13, pp. 385—454.
- Domínguez, M. (2009). La visión egocéntrica del Universo en textos de enseñanza básica sobre el Sistema Solar. *Revista Currículum*, 22; octubre 2009, pp. 151-164
- Duncan, J. (2007) “Astronomía.” Parragon Books.
- Eyzaguirre, B. y Fontaine, L. (1997). El futuro en riesgos. Nuestros textos escolares. Centro de estudios. Santiago.

- Flick, U. (2004) "Introducción a la investigación cualitativa". Madrid. Paidea.
- Giere, R. (1992) "La explicación de la Ciencia. Un acercamiento cognoscitivo", Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Gimeno, J. (1994): «Los materiales: Cultura, pedagogía y control. Contradicciones de la democracia cultural». Ponencia presentada en las *IV Jornadas sobre la L.O.G.S.E.* Departamento de Pedagogía: Universidad de Granada.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1997) Metodología de la Investigación. McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.
- Holsti, O.R. (1969) Content analysis for the social sciences and humanities. Reading, Mass.: Addison-Wesley
- Hubble, E (1929) "A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae" en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Volume 15.
- Imbernón, F. y Casamayor, G. (1985). Más allá del libro de texto. Cuadernos de Pedagogía, (122), p. 10-11.
- Johnsen, E. [1993] (1996). Libros de texto en el calidoscopio. Estudio crítico de la literatura y la investigación sobre los textos escolares. Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor.
- Kikas, E. (2004) Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*.

- Kuhn, T. (1971) "Estructura de las Revoluciones Científicas", *University of Chicago Press*.
- López, A. (1995) "Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo" *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3) páginas 327-335.
- Lopez, F. (2002) *El análisis de contenido como método de investigación*. Huelva: Universidad de Huelva. *Revista de educación XXI*, 4 páginas 167-179.
- MacClintock, R. y Otros (1993): *Comunicación, tecnología y diseños de instrucción: La construcción del conocimiento escolar y el uso de los ordenadores*. Madrid: M.E.C.: C.I.D.E.
- McMullin, E. (2011). El caso Galileo. *Documentos Faraday*, número 15.
- Martínez, Silvia (2013) "Revisión de los libros de texto para la enseñanza de la Epidemiología en las carreras de Ciencias Médicas", *Revista Educación médica Superior*.
- Miles, M. B. y Huberman, A.M. (1994) *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ministerio de Educación de Chile (2009). Planes y programas educación básica. Recuperado el día 20 de Mayo de 2011, de <http://www.curriculum-MINEDUC.cl/ayuda/nuevocurriculum/> citado por Muñoz et al. 2013.
- Ministerio de Educación de Chile (2012) www.mineduc.cl/curriculum
- Ministerio de Educación de Chile (2013) Bases Curriculares, Ciencias Naturales, Educación Básica. Recuperado el 16 de

abril de 2014, desde http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-21313_programa.pdf

Moreno, Isidro. (2004). La utilización de medios y recursos didácticos en el aula.

Muñoz, E., Puebla, N. y Sepúlveda, P. (2014) Análisis desde una perspectiva de género, sobre la visión de ciencia de los textos escolares de Ciencias Naturales y Biología, otorgados por MINEDUC 2013.

North, John (1994) "The Fontana History of Astronomy and Cosmology." Fontana Press, an Imprint of Harper Collins Publishers.

OCDE (2013) "El Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior en Chile 2013"

Orozco, Sergio (2008) "El retraso del reloj del universo: Isaac Newton y la sabiduría de los antiguos"

Ossenbach, G. (1988) En: Varios: *Génesis de los sistemas educativos nacionales*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Pollock, F. (1955) *Gruppenexperiment: Ein Studienbericht*. Frankfurt: Europäische Verlagsanstalt.

Rico, L. (1990). Diseño curricular en educación matemática. Una perspectiva cultural. En Llenares, S. y Sánchez, M.V. (Eds.)

Teoría y práctica en educación matemática. Alfar: Sevilla. 53 - 55.

Sandín, (2003) "Investigación cualitativa en Educación". Madrid. Mc Graw Hill.

Sanmartí, N. (2003). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria. Madrid: Síntesis.

SIMCE (2011) "Resultados SIMCE 2011 4° y 8° básico". Recuperado el 11 de enero de 2014 desde http://datastorage.mineduc.cl/consultasimce/simce/Resultados_Nacionales_SIMCE2011.pdf

SIMCE (2012) Informe de Resultados Nacionales 2011, Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación. Recuperado el 25 de febrero de 2014 desde http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/files_mf/infornenacional2011_web.pdf

Schoon, K.J. (1995) The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of pre-service elementary teachers. Journal of Elementary Science Education.

Souza, S. (2013) "Las actitudes de los profesores: cómo influyen en la realidad de la clase" ICPE, Cap. D2.

Solbes, J. y Palomar, R. (2011) Por qué resulta tan difícil la comprensión de

la astronomía a los estudiantes? Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, N° 25, pp. 187-211.

- Stray (1991:1) "Paradigms lost: Towards a historical sociology of the Textbook". En: Johnsen Børre, E. (1.996). Libros de texto en el caleidoscopio. Estudio crítico de la literatura y la investigación sobre los textos escolares. Barcelona: Pomares-Corredor.
- Ten, A.E. y Monros, M.A. (1984) "Historia y enseñanza de la astronomía. Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica I." Historia de las Ciencias y Enseñanza. pp 49-56.
- Thuan, T. (2011) "El destino del universo, después del big bang" Barcelona. Editorial Blume.
- TIMSS (2011) "Resultados TIMMS 2011 Chile. Estudio Internacional de Tendencias en Matemática y Ciencias" Recuperado el 11 de enero de 2014 desde [http://www.mineduc.cl/usuarios/acalidad/doc/20130115165344_0.Informe_Resultados_TIMSS_2011_Chile_\(10-01-13\).pdf](http://www.mineduc.cl/usuarios/acalidad/doc/20130115165344_0.Informe_Resultados_TIMSS_2011_Chile_(10-01-13).pdf)
- UNESCO (2011) Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. Recuperado el 10 de septiembre de 2013 desde <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/isced-2011-sp.pdf>
- Varela, M. et al (2012) "Problemáticas del proceso de enseñanza y aprendizaje de la astronomía" Boletín das Ciencias, N° 76, pp. 107-109.
- Westbury, I (1991): En: Husen, T. y Post Lethnaite: *Enciclopedia Internacional de Educación*. Madrid: Vicens-Vives-MEC, (volumen 6).