

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIA**

**Departamento de Física**



**DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN  
DIAGNÓSTICA SOBRE CONTENIDOS DE UNIVERSO PARA  
ENSEÑANZA BÁSICA, QUE PERMITA LA IDENTIFICACIÓN DE  
CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN ESTUDIANTES QUE HAYAN  
APROBADO SEXTO BÁSICO.**

**Profesor Guía:**

Leonor Patricia Huerta Cancino

Tesis para optar al Título de Licenciatura en  
Educación en Matemática y Física.

**Autores**

**GABRIELA SOLEDAD CONTRERAS RIVERA**

**DANIEL ALEJANDRO LOBOS CEA**

**Santiago – Chile**

**2015**

263088 © Gabriela Soledad Contreras Rivera, 2015.

263088 © Daniel Alejandro Lobos Cea, 2015.

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0/

**DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE  
CONTENIDOS DE UNIVERSO PARA ENSEÑANZA BÁSICA, QUE PERMITA LA  
IDENTIFICACIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN ESTUDIANTES QUE HAYAN  
APROBADO SEXTO BÁSICO.**

**Gabriela Soledad Contreras Rivera  
Daniel Alejandro Lobos Cea**

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión de la profesora guía Sra. Leonor Patricia Huerta Cancino y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. María Soledad Saavedra y Sra. Macarena Soto Alvarado.

---

Sra. Leonor Huerta Cancino  
Profesor Guía

---

Sra. Macarena Soto.  
Profesora Correctora

---

Sra. M. Soledad Saavedra Ulloa  
Profesora Correctora

---

Sra. Yolanda Vargas Hernández  
Directora

## Resumen

Los resultados de numerosas investigaciones han permitido establecer la importancia de conocer las concepciones alternativas con que los estudiantes llegan a clases. Estas concepciones usualmente difieren de las explicaciones que concuerdan con el conocimiento científico vigente y tienen una influencia considerable en los procesos de aprendizaje, como por ejemplo, se ha encontrado que las concepciones alternativas persisten a la educación tradicional y son transversales, se pueden encontrar en estudiantes e incluso en profesores.

En Chile no existen instrumentos específicos validados que permitan a los docentes identificar las concepciones alternativas de los alumnos, en especial en contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo. En el presente trabajo de seminario se propone, desarrolla y valida un Instrumento de Evaluación Diagnóstica sobre contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU), como una posibilidad para que los docentes puedan conocer las concepciones de sus estudiantes sobre esos contenidos, de manera de planificar su labor docente en función de los resultados de este instrumento.

El Instrumento fue desarrollado principalmente en base a una exhaustiva revisión bibliográfica de investigaciones sobre concepciones alternativas en el área. Una de las características principales del Instrumento, es que los temas de CTU son abordados en cada ítem, lo que permite comparar las respuestas de los estudiantes en términos de consistencia con respecto a un mismo tema. Luego el instrumento fue aplicado a estudiantes de séptimo año básico, para finalmente realizar un análisis de las respuestas obtenidas y recopilar evidencia para su validación

Entre los principales resultados obtenidos en esta investigación se hace mención a diversas concepciones alternativas referentes a Ciencias de la Tierra y el Universo, como por ejemplo, las estaciones del año se producen porque la Tierra se acerca y aleja del Sol, entre otras. Además, en términos de porcentaje los sujetos de estudio, en su mayoría (90% del total), utilizaron concepciones alternativas para explicar los fenómenos planteados. Se puede argumentar que el Instrumento de Evaluación Diagnóstica propuesto cumple con su objetivo de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, obteniéndose una información de importancia para el actuar docente.

**Palabras Clave:** Concepciones alternativas, Instrumento de Evaluación Diagnóstica, Ciencia de la Tierra y el Universo.

## Abstract

The results of numerous researches have allowed to establish the importance of student's alternative conceptions. These conceptions usually differ from explanations according to scientific knowledge and they have a considerable influence in the learning processes, for example, it has been found that alternative conceptions persist to the traditional education and are transverse, this is, can be found in students of level Basic, in professionals and adults, even in teachers, among others.

In Chile doesn't exist specific instruments validated that allow the teachers to identify student's alternative conceptions. Therefore it arises in this seminar work, the development of a Diagnostic Evaluation instrument about contents of Earth and Universe Sciences, as a possibility for teachers to know the conceptions of their students about these contents, in order to plan their teaching in function of those results of the instrument and use the potential of the alternative conceptions to facilitate learning.

The instrument was developed based on results obtained from an exploratory phase and based on an exhaustive bibliographic review of research about alternative conceptions in the field. One of the main features of the instrument is that CTU topics are addressed in each item, allowing to compare the responses of students in terms of consistency with respect to the same subject. Then it was applied to students in seventh grade at a school in Estación Central country, to finally make an analysis of the replies and gather evidence for validation.

Between the main results obtained in this research are mentioned several alternative conceptions concerning Earth and Universe Sciences, for example, the Moon can only be seen at night, the seasons happen because the Earth is approaching and move away from the sun, among others. Furthermore, in terms of percentage of study's subjects used mostly (90% of the total) alternative conceptions to explain the phenomena raised. In view of this, it can be argued that the proposed diagnostic evaluation instrument meets its goal of identifying alternative conceptions of students, obtained information of importance to the teaching act.

**Keywords:** Alternative conceptions, Diagnostic Evaluation Instrument, Earth and Universe Sciences.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de seminario a todas las personas que mostraron interés, me motivaron a seguir, o siempre han estado pendientes del desarrollo de este. Espero que sea un buen precedente para sus futuras tesis, y me sentiría muy feliz si alguno de ellos se anima a continuar esta línea de investigación.

**Gabriela Contreras R.**

## **Agradecimientos**

En primera instancia agradezco a Gabriela y a Leonor, que hicieron posible este trabajo de tesis al ayudarme día tras día a desarrollar y a aprender cómo realizar una investigación.

Agradezco a las profesoras correctoras, quienes con sus comentarios permitieron que el trabajo pudiera ser mejorado y a conocer la opinión de otros expertos referente a nuestra investigación.

Agradezco además a todos los docentes quienes a lo largo del desarrollo de esta investigación prestaron alguna ayuda, ya sea permitiéndonos aplicar los instrumentos planteados, las recomendaciones entregadas en persona, las encuestas respondidas, y un sinfín de actividades que significaron la utilización de su tiempo.

Agradezco a mi familia quienes me apoyaron en todo el proceso de estudiar en la universidad.

Agradezco también a mis amigos con quienes goce incontables momentos de sana diversión.

Agradezco a María que fue parte fundamental del desarrollo de esta tesis al acompañarme siempre.

**Daniel Lobos**

## **Agradecimientos**

Quisiera agradecer a mi familia quienes han sido un apoyo importante en el desarrollo de mi tesis y también mi paso por la Universidad, ya sea por su cariño, comprensión o ayuda en los momentos difíciles. También quiero agradecer a Daniel que a pesar de los momentos altos y bajos durante nuestra carrera supimos llevarnos bien, darnos apoyo o criticarnos constructivamente. Siempre he dicho que no tengo amigos, pero a él lo considero como uno, bien especial, pero un amigo.

Un enorme agradecimiento a la profe Leo, por su trabajo, esfuerzo y perseverancia con nosotros, me siento muy feliz por haberla escogido como profesora guía. Agradezco la buena disposición de los colegios, los profesores y estudiantes que nos permitieron ir desarrollando este trabajo de Seminario. Finalmente agradezco a Osvaldo Tapia por su apoyo incondicional y cariño.

**Gabriela Contreras R.**



## Contenido

Resumen .....	i
Abstract .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Agradecimientos .....	v
Capítulo 1: El Problema de Investigación .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Formulación del problema de investigación. ....	2
1.3 Objetivos de la Investigación. ....	8
Objetivo General: .....	8
Objetivos Específicos: .....	8
Capítulo 2: Marco de Antecedentes .....	9
2.1 Antecedentes del Currículum Nacional.....	9
2.2 El Ajuste Curricular .....	11
2.3 Las Bases Curriculares .....	14
2.4 Estándares Orientadores .....	16
Capítulo 3: Marco Teórico .....	18
3.1 Concepciones Alternativas .....	18
3.2 Características de las Concepciones Alternativas.....	20
3.3 Modificación de las Concepciones Alternativas y Cambio Conceptual .....	22
3.4 Cómo identificar las Concepciones Alternativas.....	25
3.5 Investigaciones en el área .....	27
3.5.1 Tópicos que han sido objeto de investigación .....	28
3.5.2 Técnicas e instrumentos más utilizados en las investigaciones.....	29
3.5.3 Concepciones alternativas identificadas en las investigaciones. ....	35
Capítulo 4: Marco Metodológico .....	38
4.1 Tipo de investigación y paradigma. ....	38
4.1.1 Diseño de la investigación .....	40
4.2 Diseño del Instrumento para la recolección de datos. ....	41
4.2.1 Diseño del Ítem I (Preguntas de selección múltiple).....	42

4.2.2 Diseño del Ítem II (Actividades de dibujo).....	44
4.2.3 Diseño del Ítem III (Preguntas Abiertas).....	45
4.3 Sujetos de Estudio y estrategias de recolección de datos. ....	46
4.4 Estrategias de análisis de resultados .....	47
Capítulo 5: Análisis de Evidencias y Validez .....	49
5.1 Evidencia basada en investigaciones afines .....	49
5.2 Evidencia basada en el contenido .....	62
5.3 Evidencia basada en los procesos de respuesta .....	65
5.3.1 Resultados y análisis del Ítem I (Preguntas de Selección Múltiple). ....	65
5.3.2 Resultados y análisis Ítem II (Actividades de Dibujo) .....	69
5.3.3 Resultados y análisis Ítem III (Preguntas Abiertas) .....	80
5.3.4 Análisis de las respuestas omitidas .....	84
5.4 Evidencia basada en la estructura interna.....	86
5.4.1 Análisis sobre el tema: El día y la noche .....	86
5.4.2 Análisis sobre el tema: Las estaciones del año .....	87
5.4.3 Análisis sobre el tema: Fases Lunares .....	88
5.4.4 Análisis sobre el tema: Eclipses lunares.....	88
5.4.5 Análisis sobre el tema: Eclipses solares.....	89
5.4.6 Aplicación del Instrumento a Personas con formación diferenciada. ....	90
Conclusiones.....	92
Referencias Bibliográficas.....	101
Materiales Anexos	
Anexo 1: Actividad exploratoria	
Prueba de diagnóstico primer año básico	
Prueba de diagnóstico tercer año básico	
Prueba de diagnóstico primer año medio	
Resultados actividad exploratoria	
Anexo 2: Consentimiento informado	
Anexo 3: Instrumento de Evaluación Diagnóstica Aplicado	
Anexo 4: Encuesta de validación	
Anexo 5: Instrumento de Evaluación Diagnóstica versión final	

## Índice de Tablas

### Tablas del Capítulo 2:

<b>Tabla 2.1:</b> OF y CMO de Universo, segundo año de Enseñanza Media	10
<b>Tabla 2.2:</b> Distribución de docentes que abordaron las unidades de segundo medio	12
<b>Tabla 2.3:</b> Objetivos de aprendizaje, Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios relacionados al eje Tierra y Universo	15

### Tablas del Capítulo 3:

<b>Tabla 3.1:</b> Enfoques de cada investigación a partir de los conceptos investigados	30
<b>Tabla 3.2:</b> Investigaciones por sujetos de investigación, metodología y lugar de aplicación	34
<b>Tabla 3.3:</b> Concepciones alternativas detectadas con respecto a los conceptos investigados	37

### Tablas del Capítulo 5:

<b>Tabla 5.1:</b> Moda de las valoraciones para cada indicador de preguntas de selección múltiple	63
<b>Tabla 5.2:</b> Moda de las valoraciones para cada indicador de actividades de dibujo	64
<b>Tabla 5.3:</b> Moda de las valoraciones para cada indicador de preguntas abiertas	65
<b>Tabla 5.4:</b> Porcentaje de respuestas para las preguntas de selección múltiple	66
<b>Tabla 5.5:</b> Alternativas E por cada pregunta del ítem I	68
<b>Tabla 5.6:</b> Detalle de respuestas alternativa E, preguntas 2 y 6	68
<b>Tabla 5.7:</b> Porcentaje de respuestas primera fase preguntas 7 y 8	69
<b>Tabla 5.8:</b> Ejemplos de dibujos de los estudiantes que seleccionaron el modelo de Violeta	71
<b>Tabla 5.9:</b> Ejemplos de dibujos de estudiantes que seleccionaron el modelo de Alex	73
<b>Tabla 5.10:</b> Modelos escogidos en las actividades 7 y 8 y su consistencia con los dibujos realizados	74
<b>Tabla 5.11:</b> Detalle de modelo escogido y modelo dibuja en las preguntas 7 y 8	74
<b>Tabla 5.12:</b> Porcentaje de respuestas de estudiantes que nombran y dibujan las fases lunares	75
<b>Tabla 5.13:</b> Porcentaje de respuestas de la actividad 10 según criterios	76
<b>Tabla 5.14:</b> Ejemplos de respuesta actividad 10	77
<b>Tabla 5.15:</b> Porcentaje de respuestas a actividad 11 según criterios	78

<b>Tabla 5.16:</b>	
Ejemplos de respuesta a la actividad 11	79
<b>Tabla 5.17:</b>	
Porcentaje de respuestas de estudiantes pregunta 12 según criterios	80
<b>Tabla 5.18:</b>	
Ejemplos de respuestas a la pregunta 12, texto transcrito	81
<b>Tabla 5.19:</b>	
Porcentaje de respuesta a la pregunta 13 según criterios	81
<b>Tabla 5.20:</b>	
Ejemplos de respuestas a la pregunta 13, texto transcrito	82
<b>Tabla 5.21:</b>	
Porcentaje de respuestas preguntas 14 y 15 según criterios	83
<b>Tabla 5.22:</b>	
Ejemplos de respuesta pregunta 14 y 15, texto transcrito	83
<b>Tabla 5.23:</b>	
Porcentaje de respuestas pregunta 16 según criterios	84
<b>Tabla 5.24:</b>	
Ejemplos de respuesta a pregunta 16, texto transcrito	84
<b>Tabla 5.25:</b>	
Preguntas omitidas de la evaluación	85
<b>Tabla 5.26:</b>	
Consistencia interna preguntas sobre día y noche.	86
<b>Tabla 5.27:</b>	
Consistencia interna preguntas sobre estaciones del año	87
<b>Tabla 5.28:</b>	
Consistencia interna preguntas sobre fases lunares	88
<b>Tabla 5.29:</b>	
Consistencia interna preguntas sobre eclipses lunares	89
<b>Tabla 5.30:</b>	
Consistencia interna preguntas sobre eclipses solares	89
<b>Tabla 5.31:</b>	
Resultados aplicación de control del Instrumento de Evaluación Diagnóstica	91

## Índice de imágenes

### Imágenes del Capítulo 2:

<b>Figura 2.1</b> Modificaciones al currículum nacional de las últimas décadas	17
---	----

### Imágenes del Capítulo 5:

<b>Figura 5.1:</b> Dibujo en el cual se representa al Sol ubicado entre la Luna y la Tierra	55
<b>Figura 5.2:</b> Dibujo de un eclipse lunar utilizado por Delgado y Cubilla (2012)	61
<b>Figura 5.3:</b> Gráfico de porcentajes comparados de respuestas a preguntas de selección múltiple	66
<b>Figura 5.4:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 1	71
<b>Figura 5.5:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 2	71
<b>Figura 5.6:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 3	71
<b>Figura 5.7:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 1	73
<b>Figura 5.8:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 2	73
<b>Figura 5.9:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 3	73
<b>Figura 5.10:</b> Respuesta p.10 ejemplo 1	77
<b>Figura 5.11:</b> Respuesta p.10 ejemplo 2	77
<b>Figura 5.12:</b> Respuesta p.11 ejemplo 1	79
<b>Figura 5.13:</b> Respuesta p.11 ejemplo 2	79
<b>Figura 5.14:</b> Respuesta p.11 ejemplo 3	79
<b>Figura 5.15:</b> Gráfico de porcentajes de respuestas omitidas por pregunta	85

## **Capítulo 1: El Problema de Investigación**

### **1.1 Introducción**

Las concepciones alternativas son representaciones mentales construidas a través las experiencias cotidianas, las interacciones sociales, experiencias en la escuela, entre otras, permitiendo con ellas entender el entorno. Por lo general se encuentran alejadas de las representaciones, explicaciones y modelos acordes al conocimiento científico actual. Debido a que el paradigma Ausbeliano considera que lo que los estudiantes saben es el factor más importante en los procesos de enseñanza, la identificación de las concepciones alternativas es fundamental para el proceso de enseñanza aprendizaje.

Algunas de las características de las concepciones alternativas son la transversalidad y la persistencia; son trasversales, por ejemplo, pueden ser halladas en distintos grupos etarios; también se ha evidenciado que diferentes sujetos de estudio mantienen sus concepciones alternativas tras las clases tradicionales de ciencia, e incluso con instrucción reiterada. Debido a estas características y la trascendencia que tiene el saber de los estudiantes en su aprendizaje es de importancia conocer las concepciones alternativas de estudiantes, para cumplir con este propósito en las investigaciones previas se han desarrollado distintos instrumentos de investigación. El principal problema radica en que en Chile no existen investigaciones ni instrumentos para la identificación de concepciones alternativas, en especial sobre contenidos de Ciencias de Tierra y el Universo.

Algunos de los contenidos relacionados a Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU), contemplados en las bases curriculares, son fenómenos cotidianos, de fácil observación y conllevan representaciones sencillas, con las cuales se incentiva la reflexión en los estudiantes, como explicar las causas del día y la noche, las estaciones del año, las fases lunares, por nombrar algunas de las más significativas. Tomando en consideración que para cada una de estos tópicos existen una representación o idea preconcebida en cada estudiante, sumado a la carencia de instrumentos de identificación de concepciones alternativas sobre CTU, se presentará el diseño y la validación de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica de estudiantes que cursen séptimo básico; considerando este curso como la transición entre los aprendizajes de Enseñanza Básica y los futuros aprendizajes de Enseñanza Media, posibilitando la adaptación de la planificación del docente para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El diseño del instrumento se desarrolló en base a investigaciones similares realizadas en otros países, y resultados de una actividad exploratoria, a partir de los cuales se consideraron las preguntas o actividades más adecuadas para los sujetos de estudio (adaptación para estudiantes de séptimo básico). Luego de la aplicación del instrumento, la validación se realizara en base a evidencia basada en las investigaciones afines; en el contenido, procesos de respuesta y estructura interna.

A continuación, se presentarán el problema de esta investigación; los cambios del currículum nacional, con especial énfasis en contenidos de CTU, desde 1992 hasta la actualidad; el surgimiento de las concepciones alternativas (investigaciones desde los años 70's a investigaciones más recientes), sus características y cómo identificarlas; cambio conceptual e investigaciones en el área (concepciones alternativas de CTU); en el marco metodológico se exponen los razonamientos que fundamentan la creación del Instrumento de Evaluación Diagnostica; analizando sus resultados para la validación y finalmente presentando las conclusiones sobre este trabajo de seminario.

## **1.2 Formulación del problema de investigación.**

El modelo educativo chileno actual se basa en el desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos, los cuales son definidos en las Bases Curriculares (Mineduc, 2012) para cada nivel de escolaridad. Una de las características de este modelo es que el desarrollo de los conocimientos se realiza por medio de un modelo en espiral, es decir, a medida que se progresa en los distintos niveles escolares, se trabajan contenidos en función de los contenidos abordados en los niveles previos. Esto es relevante, puesto que si los alumnos y alumnas<sup>1</sup> no aprenden de manera satisfactoria los contenidos contemplados para los primeros niveles educativos (Enseñanza Básica), esto podría representar un obstáculo para el aprendizaje de los contenidos en niveles más avanzados (Enseñanza Media).

Surge entonces la necesidad de conocer aquello que los estudiantes saben, para así articular el proceso de enseñanza de manera de responder a las distintas necesidades de quienes aprenden. En este punto toma especial relevancia el principio Ausbeliano que señala

---

<sup>1</sup> En el presente seminario de titulación se utiliza la expresión sobre el sujeto en género masculino para representar tanto el género masculino como el femenino.

que aprendemos a partir de lo que ya sabemos (Moreira, 2005) lo cual puntualiza la importancia del conocimiento previo de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Durante las décadas de los 70's y 80's se realizaron diversas investigaciones (Novak, 1977; Driver y Easley, 1978; Helm, 1980; Driver, 1980 citados en Cubero, 1994) sobre el conocimiento que los estudiantes poseen. En estas investigaciones fueron utilizadas indistintamente una gran variedad de denominaciones para referirse a estas concepciones, y como señala Cubero (1994) esto se debe principalmente a que estas denominaciones no fueron definidas claramente por cada investigador en el marco teórico de su investigación, surgiendo categorizaciones como: "Concepciones erróneas", "Preconcepciones", "Errores conceptuales", "Concepciones alternativas", entre otras. En la presente investigación nos inclinamos por la denominación: "Concepciones alternativas", entendiendo éstas como las representaciones mentales construidas por los estudiantes mediante sus experiencias cotidianas, las interacciones sociales, su experiencia en la escuela, entre otras, y que le permiten entender su entorno.

Las concepciones alternativas constan de dos características principales, la primera es que son *transversales* (Gil, 1987), es decir que se encuentran presentes de manera semejante en personas de diversas edades, géneros y culturas; la segunda es que son *persistentes* a la acción escolar (Gil, 1987; Bello, 2004; García y Bolívar, 2008; Mora y Herrera, 2009), lo que significa que no son mayormente modificadas por la enseñanza tradicional, inclusive frente a la instrucción escolar reiterada.

En los procesos de enseñanza y aprendizaje, las concepciones alternativas constituyen un factor importante tanto para los estudiantes como para los docentes, esto se debe principalmente a que el aprendizaje como tal corresponde a un proceso de creación de significado, en donde se usa el conocimiento previo que posee el estudiante y la concepción que se le enseña en la escuela (Mineduc, 2013). Es en esta creación constante de significados que es posible la formación de concepciones con mayor concordancia con las científicas, desde la niñez misma, como señala Pujol "*desde las primeras edades, es posible construir "maneras de ver" los fenómenos del mundo natural y que éstas pueden ir evolucionando hacia "formas de ver" más cercanas a las de la ciencia"* (Pujol, 2003, pág.9). De manera que dependiendo del enfoque que tenga el docente, las concepciones alternativas funcionaran como un obstáculo para el aprendizaje de concepciones científicas o como un punto de partida para la construcción de concepciones más cercanas a las explicaciones científicas (Cuellar, 2009).



Pozo (2002) denomina como *física intuitiva* a todas las representaciones que tienen los estudiantes y que se fundamentan en la forma en que nuestros sentidos nos informan sobre los cambios que tienen lugar en el mundo físico. Es por ello que los estudiantes pueden presentar concepciones que no se relacionan con las explicaciones aceptadas científicamente. Tal es el caso de las Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU), en que generalmente se utilizan explicaciones que corresponden a concepciones alternativas para explicar fenómenos cotidianos. Un ejemplo de esto es que el Sol y la Luna sean considerados de tamaños similares por los estudiantes, debido a que se ven del mismo tamaño en el cielo, cuando en realidad la ciencia ha establecido que, aunque sus tamaños aparentes son similares, el Sol es mucho más grande que la Luna y está mucho más alejado de nosotros que ésta. Esto evidencia que enseñar ciencia constituye una necesidad imperante, como lo definen las Bases Curriculares, *“la ciencia es, esencialmente, una forma para descubrir y aprender y una excelente escuela para adquirir competencias que preparen a los niños para desenvolverse en la sociedad actual”* (Mineduc, 2012, pág. 138).

Existen diversas formas de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes. Por ejemplo, algunos investigadores han utilizado los siguientes instrumentos: la entrevista (Camino, 1995; Yu, Sahami, y Denn, 2010), los dibujos (Vega, 2001; Gil y Martínez, 2005; Yu, Sahami, y Denn, 2010; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012), las preguntas de selección múltiple (De Manuel, 1995; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013) y las preguntas abiertas (Camino, 1995; De Manuel, 1995; Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Vilches y Ramos, 2015). Estas investigaciones han obtenido resultados similares en lo que respecta a las concepciones alternativas identificadas aun cuando se han utilizado distintos instrumentos en sujetos de investigación distintos.

La Evaluación diagnóstica, es un tipo de evaluación que permite obtener información sobre las concepciones del alumnado, y esta se define según el Mineduc (2014) como el instrumento de evaluación que se aplica al inicio del año escolar, y que posibilita evaluar los niveles de logro tanto de aprendizajes como de los indicadores de las competencias básicas correspondientes al nivel educativo del estudiante. Se da el caso de que estas evaluaciones no son calificadas con una nota, lo que permite que los estudiantes puedan contestarla con sus propias concepciones (sin estudio o preparación previa), ya que como señalan Rufino y Andoni (2003) los estudiantes “exitosos” usan la ciencia escolar (que les enseñan los docentes en la escuela) cuando deben rendir pruebas y exámenes, pero emplean sus propias concepciones sobre ciencia al enfrentar diversas situaciones de la vida diaria. En el mismo sentido el Mineduc

señala que “muchos estudiantes han aprendido en el sistema escolar y universitario que vale la pena desarrollar trabajos que sean evaluados por sus profesores solo si es con calificación” (Mineduc, 2013, pág.11), por lo que al establecer un Instrumento de Evaluación Diagnóstica (sin calificación) se permite a los estudiantes responder por medio de sus propias creencias y no con las respuestas de la ciencia escolar que se esperan de ellos.

La Evaluación Diagnóstica es relevante para el desarrollo de la labor docente, porque permite “explorar conocimientos previos, entre los cuales se cuentan las concepciones alternativas, los conocimientos deseables o prerrequisitos de aprendizaje (que son la base para la construcción del futuro aprendizaje)” (Mineduc, 2013, pág.11). Por medio de la información obtenida de las respuestas de los estudiantes es posible conocer las concepciones que estos poseen al medir su progreso en el logro de los aprendizajes. Permite además al docente adaptar su acción pedagógica de manera de potenciar los logros esperados dentro de la asignatura

En lo que respecta a la evaluación en sí, cada docente puede elaborar su propia Evaluación Diagnóstica sobre algún contenido, aunque el uso de un instrumento estandarizado comprende una mejor estrategia, ya que permite comparar los resultados obtenidos con los de otros grupos (cursos del mismo nivel en una misma escuela, o de distintos establecimientos, etc.). Se han desarrollado pruebas estandarizadas referentes a las Ciencias de la Tierra y el Universo como por ejemplo el Astronomy Diagnostic Test (ADT) desarrollado por el grupo de colaboración multinacional para la investigación educativa sobre astronomía (CAER por sus siglas en inglés), que se enfoca en contenidos relacionados de astronomía para estudiantes universitarios, y que contiene además 12 preguntas que permiten el análisis demográfico correspondiente; otro ejemplo lo constituye el Lunar Phases Concept Inventory (LPCI) desarrollado por Rebecca S. Lindell y James P. Olse de la Physics, Astronomy and Chemistry Education Research Group enfocado en conocer los modelos mentales de estudiantes universitarios de cursos de introducción a la astronomía sobre fases lunares. Sin embargo, ninguna de ellas se encuentra contextualizada ni a estudiantes de Enseñanza Básica, ni a contenidos CTU del currículo nacional, ni a las condiciones geográficas de nuestro país (por ejemplo, la evaluación ADT hace referencia a una constelación, la Osa Mayor, que solo puede ser vista desde el hemisferio norte, y las cantidades no están expresadas en el Sistema Internacional).

En Chile, las evaluaciones que permiten obtener información del sistema educativo son principalmente tres, SIMCE, PISA y TIMMS. La prueba SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) es una prueba nacional estandarizada utilizada por la Agencia de Calidad de la Educación, que permite evaluar los resultados de aprendizaje en los establecimientos educativos chilenos. Esta evaluación contempla los contenidos y habilidades del currículum nacional vigente y abarca las asignaturas de lenguaje y comunicación, matemáticas, ciencias naturales e historia. En la actualidad se aplica a todos los estudiantes del país que cursan los siguientes niveles: 2º, 4º, 6º y 8º año de Enseñanza Básica y 2º año de Enseñanza Media. Con respecto a los contenidos de CTU (contemplados en los programas de estudio de primero y tercero básico) estos son abordados solamente en la prueba SIMCE de 4º básico, y para un total de 36 preguntas sólo 4 de ellas tratan sobre Universo. Esto nos muestra que la prueba SIMCE no entrega evidencias suficientes para conocer el nivel de logro de los estudiantes en contenidos de Universo.

Por otra parte, el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) tiene como objetivo *evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber*<sup>2</sup>. Esta evaluación se enfoca en lectura, en matemáticas y en ciencias y es aplicada a jóvenes de 15 años de los diversos países pertenecientes a esta organización. Los resultados de esta evaluación son presentados por medio de un puntaje correspondiente a cada país para establecer un ranking, y de las preguntas utilizadas en esta evaluación aproximadamente 7 tratan contenidos referentes a Universo contemplando temas como luz diurna, luz de estrellas y el tránsito de Venus

Otra prueba estandarizada internacional es la evaluación Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMMS por sus siglas en inglés). Es una evaluación elaborada por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA) que tiene como objetivo evaluar los conocimientos de matemáticas y ciencias de los estudiantes de 4º y 8º año básico. Los resultados de esta evaluación son presentados a nivel de país, y al igual que PISA no se enfoca en establecer un análisis detallado de las respuestas de los estudiantes, y respecto a las Ciencias de la Tierra y el Universo solo se incorpora un número reducido de preguntas por evaluación.

---

2 <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>

A través de los cambios curriculares que han ocurrido en nuestro país se evidencia claramente que los contenidos referentes a Universo han aumentado a partir del ajuste curricular del año 2009. Sin embargo, en Chile la investigación enfocada en las concepciones alternativas de los estudiantes en los temas referentes a Universo ha sido escasa, y no se ha encontrado reportes de investigaciones para la realidad nacional, a diferencia de otros países como Argentina, España, Estados Unidos y Panamá en los cuales hay diversas investigaciones en el área desde los años 90's (Descritas en el Capítulo 3).

Por otra parte, y a raíz de las modificaciones mandatadas por la LGE los doce años de escolaridad obligatoria (sin considerar la enseñanza parvularia) se dividirán en dos ciclos de seis años cada uno a partir del 2017. El primer ciclo comprenderá desde primero hasta sexto año básico, mientras que el segundo ciclo contemplará desde séptimo año a cuarto medio. En este sentido, el estudiante que ingrese a séptimo año de enseñanza obligatoria, ya habrá completado el primer ciclo de manera exitosa, durante el cual le fueron enseñados contenidos sobre Universo en 1º y 3º año básico. Este cambio de ciclo representa el momento oportuno para determinar las concepciones alternativas de los estudiantes, por tratarse de un espacio de transición desde la Enseñanza Básica a la Enseñanza Media y por la posibilidad de entregar información al docente sobre las concepciones de los estudiantes, y así permitir que los contenidos abordados en el primer ciclo puedan ser reforzados y de esta manera no perjudicar el aprendizaje de los contenidos posteriores en la estructura en espiral del currículum.

En este contexto, se considera que el problema de investigación se basa en la escasez de investigaciones sobre las concepciones alternativas de estudiantes de Enseñanza Básica sobre contenidos de CTU en Chile, así como en la ausencia de instrumentos de evaluación enfocados en identificar las concepciones alternativas en esta área, junto a la importancia de que los docentes conozcan las concepciones alternativas de sus estudiantes, ya que como señala el Mineduc (2013) el aprendizaje se entiende como un proceso de creación de significados, en el cual quien construye su aprendizaje usa sus conocimientos previos. En este sentido el presente trabajo de seminario pretende responder la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cómo diseñar y validar una Evaluación diagnóstica sobre CTU para identificar las concepciones alternativas de estudiantes que se encuentren cursando séptimo año básico?**

### **1.3 Objetivos de la Investigación.**

Para responder a nuestra pregunta de investigación, se expresan los siguientes objetivos:

#### **Objetivo General:**

Diseñar una Evaluación diagnóstica que permita identificar las concepciones alternativas sobre contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo de los estudiantes que ingresan a séptimo básico.

#### **Objetivos Específicos:**

- Construir un Instrumento de Evaluación Diagnóstica que permita analizar consistencia en las respuestas de los estudiantes sobre los temas día y noche, estaciones del año, eclipses y fases lunares.
- Validar el Instrumento de Evaluación Diagnóstica a través del análisis de la evidencia basada en: (a) el contenido, a través de la opinión de docentes; (b) los procesos de respuesta de los estudiantes; (c) la estructura interna, en términos de consistencia y (d) las investigaciones afines.

A continuación, se presentarán capítulos que abordan desde el currículo de los 90's al actual, considerando tanto los objetivos de aprendizaje como los aprendizajes esperados relacionados con las Ciencias de la Tierra y el Universo. Luego se realizará un análisis de las investigaciones sobre las concepciones alternativas, sus características y cómo identificarlas. Además de las investigaciones sobre concepciones alternativas de Tierra y universo. Para después en el marco metodológico exponer los razonamientos que fundamentan la creación del instrumento de evaluación planteado, y presentar los resultados de esta y las modificaciones que surgieron de la aplicación.

## Capítulo 2: Marco de Antecedentes

En el presente capítulo se hará una revisión sobre los cambios curriculares en Chile durante el periodo comprendido entre los años 1996 hasta la actualidad (2015). Se pondrá especial énfasis en analizar los cambios que tienen relación con los contenidos de Tierra y Universo, a partir del ajuste curricular del año 2009 y la posterior formulación de las Bases Curriculares.

### 2.1 Antecedentes del Currículum Nacional

El currículum chileno corresponde a la “*prescripción, obligatoria para todo el sistema escolar, de un plan de estudios, o definición de áreas de conocimiento, tiempos de trabajo asociados y su secuencia en el total de la experiencia de la escolaridad*” (Cox, 2011, pág. 2). Se trata pues de un elemento que determina los contenidos que se espera que sean enseñados, las características que deben cumplir los establecimientos educativos y el rol de los diversos participantes de la comunidad educativa. En el último tiempo las diversas modificaciones al currículum nacional han permitido que ciertos contenidos sean más trabajados en las aulas en la actualidad que en los años previos a la aplicación de las nuevas Bases Curriculares. Entre estos contenidos se encuentran aquellos asociados a las Ciencias de la Tierra y el Universo, que serán presentados a continuación por medio de los cambios a las leyes y al currículum.

La Ley n° 18.962: “Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza” (LOCE) fue publicada y aprobada por la Junta Nacional de Gobierno de la República de Chile el año 1990, esta ley fue creada para regular el proceso educativo en Chile, enfocándose en fijar los requisitos mínimos de los niveles de Enseñanza Básica y media, regular el deber del estado por el cumplimiento de estos aspectos y normar, además, el proceso de reconocimiento oficial de los establecimientos educacionales de todo nivel.

Posteriormente el Decreto n° 40 promulgado el año 1996, definió los Contenidos Mínimos Obligatorios y los Objetivos Fundamentales, basados en los objetivos generales y los requisitos mínimos de egreso señalados en la LOCE para la Enseñanza Básica (de primer a octavo año básico) se definieron los Objetivos Fundamentales (OF) como *las competencias que los alumnos deben lograr en los distintos períodos de su escolarización* y los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) *como los conocimientos específicos y prácticas para lograr destrezas y actitudes que los establecimientos deben obligatoriamente enseñar* (Decreto

Supremo de Educación n°40, 1996); La organización de los OF y CMO es por grados de escolaridad, niveles educacionales, Sectores de aprendizaje y Subsectores. Es importante mencionar que en Nivel Básico 2, NB2, el Subsector de Comprensión del Medio Natural, Social y Cultural comprende el OF relacionado con Universo, el cual es: reconocer los componentes del sistema solar e identificar nuestra galaxia.

<b>Tabla 2.1: OF y CMO de Universo, segundo año de Enseñanza Media.</b>
<b>Objetivo Fundamental</b>
Apreciar la situación de la Tierra y el sistema solar en el universo, a través de un conocimiento básico manejo de grandes magnitudes temporales y espaciales; apreciar el carácter privilegiado de la Tierra para albergar la vida, y la responsabilidad de cada uno en la preservación del ambiente favorable para su existencia.
<b>Contenidos Mínimos obligatorios</b>
<b>El sistema solar</b>
a. Descripción del sistema solar. Relación entre la atracción gravitatoria y las órbitas de planetas y cometas. Comparación entre sus diámetros, masas y órbitas. Descripción del Universo geocéntrico de la antigüedad y de la transformación de esta visión en el Renacimiento.
b. Los movimientos de la Tierra: día y noche, el año, las estaciones. Explicación elemental de las mareas sobre la Tierra.
c. La luna. Su tamaño, sus movimientos y fases. La atracción gravitatoria en su superficie. Los eclipses.
d. Presentación cualitativa de la teoría de gravitación de Isaac Newton. Su contexto histórico. Su excepcional capacidad de unificar diversos fenómenos. Su formulación como ejemplo del método científico.
<b>El Universo</b>
a. Nociones acerca de las estrellas y su evolución. Dimensiones, composición y otras propiedades descriptivas del Sol.
b. La vía láctea y la situación del sistema solar en ella. Tipos de galaxias y estructura en gran escala del Universo.
c. Conocimiento de algunas concepciones antiguas y modernas acerca de la evolución del Universo. Las incógnitas del presente. Influencia de los descubrimientos de la física en la cultura.
d. La exploración espacial: observaciones astronómicas y vuelos espaciales. Los observatorios en Chile.

Posteriormente, el MINEDUC presentó el Marco Curricular para Enseñanza Básica en el año 2002 basado en el Decreto de Educación n° 232, el cual modificó los objetivos y contenidos sobre Lenguaje, Matemáticas e incorporando explicaciones didácticas para los docentes modificando el Decreto n° 40, el cual ya había sido modificado por el Decreto n° 290 del año 1999. El Nivel de Enseñanza NB2 (correspondiente a 3° y 4° básico) del Subsector de Comprensión del Medio Natural, Social y Cultural se explicita de mejor forma el objetivo fundamental de Universo, siendo ahora, *Conocer y aplicar diferentes formas de representación de la Tierra, y reconocer la relación con el sistema solar y nuestra galaxia* y cuyo CMO es *reconocer los componentes del sistema solar e identificar nuestra galaxia*, estableciendo para NB6 (8° básico) el OF *Conocer evidencias que fundamentan teorías sobre la evolución del universo, el origen de la vida y la evolución de las especies y comprender que toda teoría científica debe tener un adecuado fundamento empírico* y el CMO correspondiente a Origen del Universo, *evidencias en que se fundamenta la teoría del Big Bang, Ideas básicas de la evolución del Universo y de la formación del sistema solar.* (Marco Curricular para educación básica, Actualización 2002).

El Decreto n°220 fue emanado y promulgado el año 1998, este definía OF y CMO para los años de Enseñanza Media (primero a cuarto medio), basándose en los Objetivos Generales y Requisitos Mínimos para cada año de enseñanza definidos en la LOCE. En Enseñanza Media el Sector de Ciencias Naturales se divide en tres subsectores: Física, Química y Biología. Entre los cuales Física es el que incorpora temas relacionados con Tierra y Universo. El único año de Enseñanza Media que contemplaba estos contenidos era segundo medio, en el cual además se debían abordar contenidos de El Movimiento y El Calor. Los OF y CMO de Universo correspondientes a la unidad “La Tierra y su entorno” de Segundo año Medio se presentan en Tabla 2.1.

## **2.2 El Ajuste Curricular**

Durante los años 2000 a 2003 el Ministerio de Educación (MINEDUC) realizó una investigación sobre la cobertura curricular de los contenidos referidos en el Marco Curricular de Ciencias, el cual se enfocó en los años de escolaridad del segundo ciclo de Educación Básica y Educación Media (5° básico a 4° medio) para determinar la distribución horaria de los docentes, mediante cuestionarios aplicados a docentes de Básica y Media sobre qué contenidos enseñaron durante el año. En este estudio participaron 1411 establecimientos educacionales, con aproximadamente 2.500 docentes.



Hasta este estudio de cobertura curricular, estaban vigentes los programas elaborados a partir del decreto n°40 modificado y el decreto n° 220, y sólo en segundo año medio tenía una unidad con contenidos sobre Universo (la tercera unidad denominada: La tierra y su entorno).

Parte de los resultados obtenidos por este estudio para segundo medio se muestran en la Tabla2.2. Se observa que del total de docentes encuestados del nivel solo un 17% abordó Sistema Solar y un 12,4% abordó contenidos de Universo, por lo cual, se infiere que un **83%** de los docentes **no enseñó** contenidos relativos a los OF y CMO especificados en la Tabla2.1.

<b>Tabla2.2:</b> Distribución de docentes que abordaron las unidades de segundo año medio.		
	<b>N° de docentes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Descripción del movimiento</b>	172	81,7
<b>Fuerza y movimiento</b>	112	53,2
<b>Energía Mecánica</b>	69	32,6
<b>La temperatura</b>	171	81,2
<b>Conservación de la energía</b>	33	15,6
<b>La Tierra</b>	119	56,4
<b>El Sistema Solar</b>	36	17,0
<b>El Universo</b>	26	12,4
<b>Otro</b>	5	2,3
<b>Total docentes: 211</b>		

**Fuente:** Estudio cobertura curricular en segundo ciclo básico y Enseñanza Media sector ciencias naturales 2004.

Posteriormente, a raíz de las nuevas exigencias educacionales y los problemas evidenciados en la cobertura curricular, se aprueban dos decretos, el decreto n° 256, y el decreto n° 254, ambos aprobados en 2009, que modificaron los decretos n° 40 y n° 220, de básica y media respectivamente.

Algunos de los cambios al Decreto n° 40 de básica fueron que los **Subsectores** dejaron de llamarse así y adquirieron la clasificación de **Sectores**, se elimina el Subsector de Estudio y Comprensión de las Ciencias Naturales, Sociales y Culturales y se crearon dos Sectores

Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, también se modifican e incorporan OF y CMO. El Decreto n° 220 fue modificado en cambio de Subsector a Sector de aprendizaje, el Sector de Historia y Ciencias Sociales pasó a ser Sector de Historia, Geografía y Ciencias Sociales, El Subsector de Lengua Castellana y Comunicación cambio a Lenguaje y Comunicación, se crearon nuevos OF y CMO para la Formación Diferenciada Técnico-Profesional, entre otros.

Para Educación Básica y Educación Media se estableció el concepto de **ciclos de aprendizaje**, haciendo reemplazo de los NB o niveles de escolaridad básica en el caso del decreto n°40, *los ciclos de aprendizaje es una forma de ordenar temporalmente el proceso escolar según tramos de más de un año, cada uno de los cuales secuencia y ordena los diversos aprendizajes* (Marco Curricular Actualización, 2009, pág. 10).

En base a estos dos decretos se realizó el Marco Curricular Actualización 2009, el cual se fue implementando paulatinamente, los sectores del aprendizaje se organizaron en los OF y CMO que fueron definidos en el decreto n° 40, los OF estaban basados en los conocimientos, actitudes y habilidades, que fueron definidos como:

Los *conocimientos* son vistos desde dos perspectivas, la primera *como información, es decir, como conocimiento de objetos, eventos, fenómenos, símbolos, entre otros* y la segunda *como entendimiento, es decir, la información puesta en relación o contextualizada, integrando marcos explicativos e interpretativos mayores, y dando base para discernimiento y juicios* (MINEDUC, 2009, pág. 9).

Las *habilidades* son las capacidades de ejecutar un acto cognitivo y/o motriz complejo con precisión y adaptabilidad a condiciones cambiantes, por tanto, pueden ser en el ámbito intelectual o práctico (Mineduc, 2009, pág. 9).

Las *actitudes* buscan la formación integral de los estudiantes y corresponden a *“disposiciones hacia objetos, ideas o personas, con componentes afectivos, cognitivos y valorativos, que inclinan a las personas a determinados tipos de acciones”* (Mineduc, 2009, pág. 9).

Los sectores estar organizados en ejes, los cuales son los contenidos transversales a los años de enseñanza donde se profundiza en los aprendizajes de años anteriores. Los CMO y OF relacionados con Universo estaban en distintos ciclos de aprendizaje, en el Sector Ciencias Naturales y en el Subsector de Física en Enseñanza Media, estaban organizados en el

Eje Tierra y Universo, donde se pueden encontrar CMO de Tierra (Geología) y Universo (Astronomía).

### 2.3 Las Bases Curriculares

Actualmente el currículo de educación chileno está regido por la última reforma educacional aprobada el 17 de agosto del 2009, la ley n° 20.370 “Ley General de Educación”, LGE, que reemplazó la ley n°18.962 LOCE.

Algunas modificaciones generadas por la LGE son el cambio de Marco Curricular a Bases Curriculares, las cuales definen los Objetivos de Aprendizaje (OA) para cumplir con los Objetivos Generales especificados para cada año escolar. Los Objetivos de Aprendizaje *definen los propósitos y los logros del proceso y establecen cuáles serán los desempeños del alumno que permitirán verificar el logro del aprendizaje* (Mineduc, 2012, pág. 2). La LGE también establece que la Enseñanza Básica y la Enseñanza Media tendrán una duración de seis años cada una, y este cambio será implementado a contar del año 2017.

Hasta la fecha han sido aprobadas y publicadas las Bases Curriculares de Educación Básica (2012) y las Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio (2013). Debido a que la cobertura de las bases es de primero básico hasta segundo medio, los dos años siguientes (tercero y cuarto medio) continuarán con el Marco Curricular (Actualización 2009). En la organización de las Bases Curriculares de 1° básico a 6° básico (2012) se elimina la denominación **Sector de Aprendizaje** y se establece la denominación **Asignatura** y se mantiene la organización de las asignaturas en ejes. En particular, los ejes de la asignatura Ciencias Naturales son tres: Ciencias de la Vida; Ciencias Físicas y Químicas; y Ciencias de la Tierra y el Universo. Las Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio (2013) eliminan la denominación **año escolar** y establecen la denominación **curso** como el tramo cronológico de un año de duración de un año en que, por razones técnicas y administrativas, ha sido dividido el proceso escolar.

Los demás términos siguen vigentes (ciclos de aprendizaje y niveles), sin embargo, la organización de la asignatura Ciencias Naturales se hace en torno a Ejes Temáticos (Biología, Física y Química), de los cuales Física tiene Objetivos de Aprendizaje (OA) relacionados con Universo.

En la Tabla 2.3 se detallan los OA correspondientes a Universo del Eje Tierra y Universo para el ciclo 1° a 6° básico.

**Tabla 2.3:** Objetivos de aprendizaje relacionados al eje Tierra y Universo

**Primer año de educación básica**

**OA11:** 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.

**OA12:** Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.

**Tercer año de educación básica**

**OA11:** 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.

**OA12:** Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra.

**OA13:** 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 Sol, entre otros.

Los objetivos de aprendizaje sobre Universo en el primer ciclo de seis años, sólo son abordados en 1º básico y 3º básico (ver Tabla 2.3), contemplan los contenidos sobre **el día y la noche, las estaciones del año**, los componentes del Sistema Solar y eventos astronómicos como **los eclipses y las fases lunares**. Se puede observar que en 1º básico y 3º básico se ven algunos contenidos en común, pero bajo enfoques distintos, en 1º básico los estudiantes deben describir por medio de la observación del Sol, la Luna y las estrellas. Además, deben distinguir ciertas características del entorno (luminosidad, sombras, temperaturas), la sucesión del día y la noche, y las estaciones del año. Por otra parte en 3º básico deben ser capaces de crear y explicar utilizando modelos el día y la noche, y las estaciones del año considerando los movimientos de rotación y traslación de la Tierra. También se espera que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos como características de los componentes del Sistema Solar y explicación por medio de modelos de las fases lunares.

## 2.4 Estándares Orientadores

Al igual que el currículum fija los objetivos generales para los distintos ciclos de aprendizaje y sus cursos, el MINEDUC a través de los Estándares Orientadores para docentes fija estándares<sup>3</sup> para los docentes de Enseñanza Parvularia, Básica y Media. Los docentes de enseñanza General Básica están facultados de enseñar Lenguaje y Comunicación, Matemática, Historia, Geografía y Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, y que considera los seis años escolares de Enseñanza Básica. Los estándares de Ciencias naturales están organizados en torno a seis temas: Conocimiento científico y su aprendizaje; Estructura y función de los seres vivos; Fuerza y movimiento; Materia y sus transformaciones; **Tierra y Universo**; y Habilidades de pensamiento científico.

El estándar 7 “Comprende los conceptos fundamentales de las Ciencias de la Tierra y el Espacio y está preparado para enseñarlos” tiene indicadores los cuales se enfocan a Tierra, Universo y habilidades pedagógicas, los indicadores correspondientes a temas del Universo son los siguientes: (1) Describir las principales estructuras que forman el universo. Su origen, características utilizando las teorías más aceptadas; (2) Explicar los movimientos relativos de la Tierra, la Luna y el Sol en distintos fenómenos naturales; (8) Explica algunos fenómenos climáticos sobre la base de procesos de transformación de energía. Los tres últimos indicadores (10), (11) y (12) se enfocan en las capacidades del docente para interpretar el currículum, crear estrategias pedagógicas y evaluativas.

Es así como las principales modificaciones del currículum nacional evidencian un aumento progresivo de los contenidos sobre CTU en Enseñanza Básica y Media, lo que se ve reflejado en el incremento de las habilidades y competencias que deben tener los docentes y que están descritas en los Estandartes Orientadores para los profesores de Básica y Media tanto en contenidos como en habilidades pedagógicas.

En la figura 2.1 se muestran las principales modificaciones al currículum nacional.

---

3 Para mayor información puede revisar los Estándares Orientadores para Egresados de Pedagogía General Básica, MINEDUC, 2011.

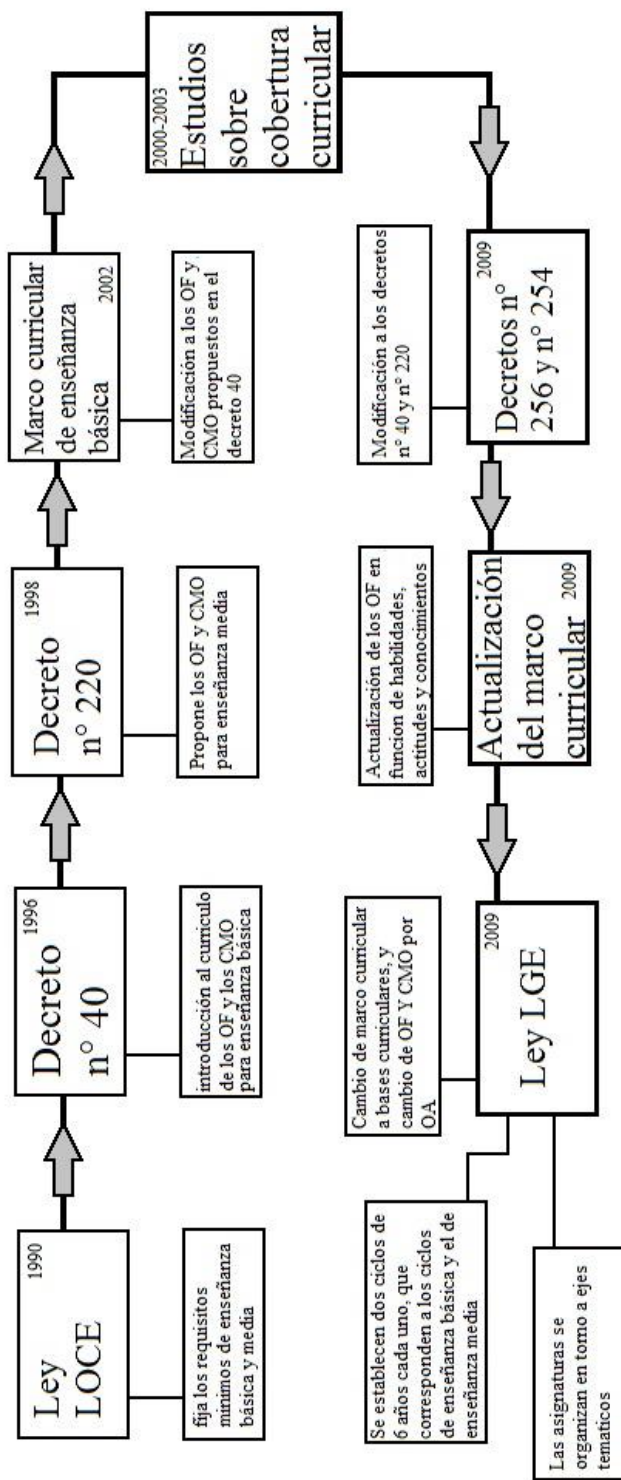


Figura 2.1: Modificaciones al currículum nacional de las últimas décadas.

### Capítulo 3: Marco Teórico

A continuación, se presentarán algunas de las teorías e investigaciones que se han realizado sobre concepciones alternativas y cambio conceptual, y se formulará una definición de término para el contexto de este trabajo de seminario. Finalmente se revisarán investigaciones relacionadas con la identificación de concepciones alternativas sobre temas del Universo.

#### 3.1 Concepciones Alternativas

Durante las últimas décadas se han realizado diversas investigaciones acerca de las ideas o concepciones que los estudiantes tienen al ingresar a clases. Las investigaciones realizadas a partir de mediados de los 70's utilizaron una gran variedad de términos para referirse a estas concepciones, como concepciones erróneas, preconcepciones, concepciones alternativas y marcos alternativos (Novak, 1977; Driver y Easley, 1978; Helm, 1980; Driver, 1980 citados en Cubero, 1994).

Esta gran variedad de términos se explica según Cubero (1994) por la falta de preocupación por parte de cada investigador, y de la comunidad científica para definir y caracterizar teóricamente el objeto de estudio y asignarle un término o expresión que sea coherente con esta definición y sus características. Incluso cuando en las investigaciones se utiliza alguna expresión, ésta no se define claramente en el marco teórico, sino que se hace una breve descripción de su origen bajo alguna referencia general (ejemplo: el constructivismo o el cambio conceptual).

Dependiendo de la denominación que usen los investigadores para referirse a las ideas o concepciones que tengan las y los estudiantes, se puede determinar el enfoque de su investigación o el contexto implícito (Cubero, 1994). Estas denominaciones comparten algunas de sus características y se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Ideas Incorrectas: Se valora el conocimiento científico en un estatus superior respecto a cualquier otro, por lo que el conocimiento del estudiante es considerado incorrecto o erróneo, ejemplos de este tipo de denominaciones son los errores conceptuales, ideas erróneas, concepciones falsas. También se pueden considerar en esta categoría denominaciones peyorativas de ideas o concepciones que se basan en tradiciones o cultura transmitidas de generación en generación como creencias o supersticiones. Según Cubero *“el acento puesto*

sobre la incorrección de las creencias o ideas, manifiesta una perspectiva que subvalora la actividad del niño o la niña” (Cubero, 1994, pág. 35).

- Preconceptos: Se refiere a que las ideas de los estudiantes no se consideran como comprensiones generalizadas, a diferencia del conocimiento conceptual que se corresponde con el conocimiento aceptado por la comunidad científica (Driver y Easley, 1978 citado por Cubero, 1994, p.35)
- Ideas o concepciones alternativas: Esta categorización está basada en la consideración del conocimiento de los estudiantes u otras personas como un conocimiento válido desde la perspectiva donde se desarrolla, sin otorgarle al conocimiento científico el estatus de lo correcto ni lo oficial, es por ello que se le considere como algo alternativo. La mayoría de las investigaciones que son mencionadas por Cubero entienden como sinónimos ideas y concepciones.

Rufino y Andoni se refieren a las concepciones alternativas, considerándolas como todo conocimiento con que el estudiante llega al aula, haciendo hincapié en que estas concepciones son contextualmente válidas y racionales. En este contexto, las concepciones alternativas representan la “*forma en cómo el sujeto construye una representación mental del mundo que le permite entender el entorno y actuar de forma apropiada*” (Rufino y Andoni, 2003, pág. 93).

Carrascosa utiliza las denominaciones *errores conceptuales* y concepciones *alternativas* estableciendo ideas y concepciones como sinónimos, siendo los primeros los referidos al tipo de respuestas “*que se repiten insistentemente y que se hallan relacionadas con determinadas interpretaciones de diversos conceptos científicos*” (Carrascosa, 2005, pág. 186), además señala que las concepciones alternativas son las que dan origen a los errores conceptuales.

Por su parte, García y Bolívar utilizan el término *concepciones alternativas*, refiriéndose a todas aquellas “manifestaciones no ajustadas al conocimiento científico” (García y Bolívar, 2008, pág. 682), además utilizan como sinónimo el término concepciones equivocadas, por lo tanto, establecen una visión peyorativa sobre las concepciones de los estudiantes.

Entre las definiciones para ideas previas, se destaca la realizada por Mora y Herrera: “*una concepción que no ha sido transformada por la acción escolar*” (Mora y Herrera, 2009, pág.



73). Esta definición establece, de forma similar al de concepciones alternativas, la existencia de concepciones que sirven para interpretar los fenómenos y a su vez no implica una categorización de este conocimiento como inferior o erróneo. Para aquellos estudiantes que ya poseen un cierto grado de escolaridad, se pueden identificar sus ideas previas sobre conceptos para los cuales no han sido abordados por la acción escolar. Si ya ha tenido clases formales sobre un cierto contenido, lo que se puede investigar es la *persistencia* de las ideas previas.

En el presente trabajo de seminario de título se utilizará la denominación *concepciones alternativas* para referirnos a todo conocimiento con que el estudiante llega al aula, entendiendo estas concepciones como las representaciones mentales construidas por el estudiante mediante sus experiencias cotidianas, las interacciones sociales, su experiencia en la escuela, entre otras y que le permiten entender su entorno. Además, se considera pertinente esta denominación, puesto que al llamar alternativas a las concepciones del estudiante no se califica el conocimiento de este como erróneo o inferior, frente al conocimiento aceptado por la comunidad científica.

### **3.2 Características de las Concepciones Alternativas**

De acuerdo a ciertos estudios, como las investigaciones relacionadas con las características principales de este tipo de concepciones, como por ejemplo las de Bello (2004), Carrascosa (2005), Mora y Herrera (2009) y se han recopilado las siguientes características:

- Son de carácter implícito, según Carrascosa *“Se trata de respuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien”* (Carrascosa, 2005, pág. 186); se observa que en la mayoría de los casos, las personas no son conscientes de que sus ideas y explicaciones son distintas a las aceptadas por la comunidad científica, *“Se hallan asociados con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto científico dado diferente a la aceptada por la comunidad científica”*. (Carrascosa, 2005, pág. 186), *“Interfieren con la instrucción científica”* (Mora y Herrera, 2009, pág. 74).
- Se encuentran presentes de manera semejante en diversas edades, género y culturas (Gil, 1987, pág. 36); estas concepciones se pueden encontrar en personas muy jóvenes, como lo expresan Rufino y Andoni *“inclusive antes de tener alguna enseñanza, los estudiantes cuentan con sus propios puntos de vista y explicaciones, así como un*

*lenguaje propio siendo todos ellos usualmente diferentes a los generados por los científicos*" (Rufino y Andoni, 2003, pág. 92).

- Son transversales a los distintos niveles educativos, *"se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que los contradicen"* (Carrascosa, 2005, pág. 186).
- Son ideas que se mantienen a pesar que se enseñe conceptos que son coherentes con el saber científico, *"Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente por medio de la enseñanza tradicional de la ciencia, incluso cuando la instrucción es reiterada"* (Gil, 1987, pág. 36; García y Bolívar, 2008, pág. 684; Mora y Herrera, 2009, pág. 74). Según Bello *"son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada"* (Bello, 2004, pág. 60).
- Con respecto a la persistencia de las concepciones alternativas, ciertas investigaciones (Grizales, Bermeo, Agudelo, y Sánchez, 2002) e (Kikas, 2004) identifican que incluso los docentes o profesionales que han aprobado cursos de ciencias presentan concepciones alternativas, de manera que *"el hecho de haber aprobado cursos de Física o el de haber obtenido un título universitario en el área no muestran que sean pruebas de garantía de una apropiada comprensión y manejo de los principios y conceptos fundamentales para una aplicación consistente de fenómenos o leyes naturales"* (Grizales, Bermeo, Agudelo, y Sánchez, 2002, pág. 520)
- Las concepciones alternativas parecieran dotadas de cierta coherencia interna (Gil, 1987), pero, por lo general, las ideas se encuentran indiferenciadas de otros conceptos, lo que las lleva a presentar confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas, además se ha descubierto que las ideas previas en una misma persona pueden ser contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes (Cubero, 1994; Mora y Herrera, 2009)
- La mayoría son elaboradas a partir de un razonamiento causal directo en donde, el cambio en un efecto es directamente proporcional al cambio en su causa (Mora y Herrera, 2009), también se generan por analogías como identifica Kikas (2004) *"creer que porque en un caso en específico las cosas tienen ciertas características entonces todas las demás también responderán al mismo patrón"*. (Kikas, 2004)
- Guardan cierta semejanza con ideas que se han presentado en la historia de la ciencia (Mora y Herrera, 2009), por ejemplo, los estudiantes tienden a mantener una visión aristotélica, señalando que, en un ejercicio de caída libre, un peso mayor cae de una

altura en menor tiempo que un cuerpo de menor peso, considerando el peso y el tiempo en caída libre en una relación inversamente proporcional (Gil, 1987).

### **3.3 Modificación de las Concepciones Alternativas y Cambio Conceptual**

El modelo de Posner (1982 citado en Moreira y Greca, 2003) y el modelo cognoscitivo de Nussbaum (1989 citado en Moreira y Greca, 2003) consideran el cambio cognitivo como un reemplazo de una concepción por otra en la estructura cognitiva del aprendiz, denominándolo cambio conceptual.

Posner et al. (1982 citado en Moreira y Greca, 2003) han propuesto un modelo de cambio conceptual que considera cuatro condiciones generales para que este ocurra: (1) insatisfacción con las concepciones existentes, (2) la nueva concepción debe ser inteligible, (3) debe parecer inicialmente plausible, y (4) debe surgir a través de esta un programa de investigación fructífero.

Por otra parte, el modelo cognitivo se basa en el concepto de acomodación piagetiana desde un enfoque cognitivista. Este modelo sugiere un cambio cognitivo a través de *conflictos cognitivos*. Nussbaum (1989 citado en Moreira y Greca, 2003) explica que *la acomodación cognitiva requiere alguna experiencia que provocaría un estado de desequilibrio, disonancia o conflicto cognitivo en el alumno. Implícitamente se admitía que ese conflicto conduciría a una acomodación cognitiva que aparecería como un inmediato cambio conceptual* (Moreira y Greca, 2003, pág. 383). Sin embargo, uno de los mayores problemas evidenciados al intentar utilizar este tipo de estrategia, es muchas veces, que el conflicto cognoscitivo no parece ser suficiente para rechazar una concepción alternativa, los estudiantes generan hipótesis auxiliares o el cambio es provisional y luego se vuelve a las concepciones alternativas (García y Bolívar, 2008).

Como resultado de investigaciones sobre concepciones alternativas se ha encontrado que la visión de cambio conceptual como reemplazo no es algo efectivo: según Duit (1999) *“no hay un solo estudio en la literatura de investigación sobre las concepciones de los estudiantes en la que una concepción concreta de las profundamente arraigadas en los alumnos haya sido totalmente extinguida y sustituida por una nueva idea. La mayoría de las investigaciones muestran que hay solo un éxito limitado en relación con la aceptación de las ideas nuevas y que las viejas ideas siguen básicamente vivas en contextos particulares”* (Duit, 1999 citado en Pozo,

2002) estableciendo que el cambio conceptual, concebido como una sustitución de concepciones no es posible.

Los estudiantes agregan significados a sus concepciones, pero no se deshacen totalmente de sus concepciones alternativas previas. Es por ello que se debe considerar el desarrollo conceptual en términos de construcción y discriminación de significados y no de reemplazos. Según Carey (1985), el cambio conceptual “*debería implicar no sólo la sustitución o modificación radical de los conceptos o ideas de los alumnos sobre los fenómenos que estudia la ciencia, sino sobre todo un cambio en la forma de concebirlos*” (Carey, 1985a citado en Pozo, 1999, p. 514). Una concepción puede ser imaginada como un conjunto de significados que está en continuo desarrollo de forma que ninguno de los significados es eliminado, suprimido ni descartado, y quedan por lo menos de forma residual; por lo cual estos significados son conscientemente discriminados según el nivel de conocimiento que tiene la persona en el contexto de la materia de enseñanza (Moreira y Greca, 2003).

En este contexto, en que no se encuentran evidencias de que realmente pueda producirse cambio conceptual en los estudiantes, Pozo (2002) propone que las concepciones alternativas de los estudiantes son representaciones implícitas en la medida de que no se encuentran en su memoria, sino más bien, se construyen situacionalmente a partir de la información disponible y de las estructuras asociativas de quien las posee. Por lo que, para que se produzca la explicitación (concebida como la redescipción representacional) de estas representaciones se requiere el lenguaje y los conceptos que permitan asimilar el nuevo modelo representado por quien aprende. Pozo establece que el cambio representacional, visto como una interpretación de la teoría del cambio conceptual, es posible por medio de la instrucción y la intervención cultural. Esto debido a que el cambio representacional “*no implica la sustitución de unas ideas en otras sino su reorganización en el marco de una nueva teoría o sistema de relaciones conceptuales*” (Pozo, 2002, pág. 261) explicitando que es infructuoso suprimir contextualmente ciertas representaciones implícitas, puesto que eso no conlleva a un verdadero cambio conceptual, sino que solo se trata de una utilización contextual de diferentes representaciones.

Según Pozo (2002), la mente se encuentra compuesta por muchos sistemas de representación, que interactúan entre sí, siendo los sistemas cognitivos los que construyen las representaciones del mundo; permitiéndole al individuo, por medio de sus sentidos, predecir y controlar los cambios físicos que tienen lugar en su entorno. A partir de lo anterior, establece

dos tipos de aprendizajes, el *implícito* y el *explícito*, consistiendo el primero en un sistema para la detección de regularidades en el ambiente, con la característica de ser compartido por todos los seres vivos. Mientras que el explícito, corresponde al aprendizaje voluntario, “*es decir con esfuerzo e intención, y con conocimiento de lo aprendido, el cual suele practicarse en las aulas*” (Pozo, La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional, 2002, pág. 251) y que guarda relación, comúnmente, con las concepciones aceptadas por la comunidad científica y que se enseñan en la escuela. Este aprendizaje explícito se relaciona con el concepto de *conocimiento escolar* (Cubero y García, 1994 citado en Gil, 1994) que corresponde al conocimiento que trasciende las explicaciones cotidianas que se desarrollan fuera de la escuela, y que tiene como marco de referencia el conocimiento aceptado por la comunidad científica, con la característica de ser elaborado a partir de las restricciones propias del contexto escolar.

Los procesos de aprendizaje implícito, dan origen a lo que Pozo denomina *física intuitiva* (Pozo, 2002), que se fundamenta en la forma en que nuestros sentidos nos informan sobre los cambios que tienen lugar en el mundo físico y que usualmente, no guardan coherencia con el conocimiento científico aceptado. Tal es el caso, de la percepción de que los objetos del cielo como el Sol, los planetas o las estrellas, se mueven alrededor de la Tierra, el cual es un claro ejemplo de conocimiento físico intuitivo en donde nuestros sentidos nos informan que es nuestro planeta el que se encuentra fijo y es el Sol el que se mueve en el cielo alrededor nuestro. Pozo establece la analogía del *sistema cognitivo inmunológico* (Pozo, 2002) a partir de la metáfora de la epidemiología de las representaciones de Sperber (1996) quien establece que la mente humana es susceptible a las representaciones culturales de la misma manera que el cuerpo humano es susceptible a las enfermedades, por lo que de igual forma que el sistema inmunológico protege el cuerpo de las enfermedades, el *sistema cognitivo inmunológico* prevendría el contagio de representaciones consideradas inconvenientes o innecesarias, tal es el caso del conocimiento científico debido a que, para los estudiantes, los fenómenos son percibidos de forma distinta a como lo expresa la teoría aceptada por la comunidad científica.

Considerando la Teoría del *cambio representacional* (Pozo, 1999) el docente debe identificar las concepciones alternativas de sus estudiantes para propiciar la reorganización de sus construcciones representacionales. De igual forma, Cuellar (2009) señala que depende del enfoque que tenga el docente sobre las concepciones alternativas, para que estas favorezcan o sean un obstáculo para la construcción de concepciones más cercanas a las explicaciones

científicas. En base a todo lo presentado en este apartado se da por establecido la necesidad y la importancia de identificar las concepciones alternativas, por lo cual, a continuación, se presentan algunos métodos sobre cómo identificar concepciones alternativas.

### 3.4 Cómo identificar las Concepciones Alternativas.

Para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, se han realizado diversos estudios en las últimas décadas, en los cuales los investigadores han desarrollado distintos instrumentos para la recogida de datos. En los próximos párrafos, se mostrarán algunos de los más destacados:

Destaca la propuesta por Richardson (1999), quien propone *el inventario de conceptos* como una evaluación de elección múltiple, en que además de la pregunta en sí, se entregan algunos enunciados en donde uno de ellos es coherente frente a la opinión de la comunidad científica, mientras que los otros son llamados *distractores* puesto que emulan concepciones alternativas usuales de los estudiantes. Entre las evaluaciones de este estilo destacan: el *Force Concept Inventory*<sup>4</sup>(FCI por sus siglas en inglés) que evalúa el pensamiento newtoniano; el *Mechanics Baseline Test*<sup>5</sup>(MBT) también enfocado en mecánica newtoniana; el *Direct*<sup>6</sup> que se enfoca en circuitos eléctricos simples; El *Light and Spectroscopy Concept Inventory*<sup>7</sup>(LSCI) que se enfoca en contenidos de luz y espectroscopia; El *Astronomy Diagnostic Test*<sup>8</sup> (ADT) que se enfoca en contenidos relacionados a astronomía y que posee además 12 preguntas que permiten el análisis demográfico correspondiente; El *Lunar Phases Concept Inventory*<sup>9</sup> (LPCI) que se enfoca en el fenómeno de las fases lunares.

Para el desarrollo de los enunciados en un inventario de conceptos Mazur (1997) establece que la clave es preguntar preguntas simples enfocadas en un concepto singular, puesto que preguntas basadas en más de uno de estos, dificultaría la comprensión de los conceptos que no entiende el estudiante (Mazur, 1997 citado en Richardson, 1999, p.20), mientras que Barbosa (2013) establece que *“los enunciados deben tener en cuenta el pensar*

---

4 Puede ser obtenido a partir de la página: [http](http://www.fci.umd.edu/) por medio de un correo a los desarrolladores, evaluación disponible en español

5 Ídem. Para la FCI

6 Puede ser obtenido de la página: [http](http://www.directtest.com/), disponible en inglés.

7 Puede ser obtenido de la página: [ftp://ftp.aip.org/epaps/astron\\_educ\\_review/E-AERSCZ-5-2006020/LSCIspring2006.pdf](ftp://ftp.aip.org/epaps/astron_educ_review/E-AERSCZ-5-2006020/LSCIspring2006.pdf), evaluación disponible en inglés

8 Puede ser obtenido de la página: [http](http://www.adttest.com/), evaluación disponible en español

9 Puede ser obtenido de la página: [http](http://www.lpci.org/), disponible en inglés

*del estudiante, sus creencias y sus mecanismos de explicación*” (Barbosa, 2013, pág. 27), de manera que las concepciones de los estudiantes puedan ser recogidas por esa evaluación.

El libro *Knowing what students know* (2001, citado en Barbosa, 2013) describe 3 componentes de la evaluación, los cuales se encuentran interconectados.

- El modelo cognitivo del aprendizaje de los estudiantes, que debe incorporar no solo los conceptos, sino también el conocimiento sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Es el modelo cognitivo el que permite una interpretación significativa de los resultados de la observación.
- Observación de las respuestas de los estudiantes, a partir de las cuales se establece que la actividad que se le pide responder al estudiante no puede ser arbitraria, de forma que debe ser diseñado evidenciando un vínculo con algún modelo cognitivo.
- Interpretación de las respuestas a partir del modelo cognitivo, que se desarrolla en dos niveles, siendo el primero en que se realizan análisis estadísticos para establecer la validez y la confiabilidad de la evaluación. Mientras que el segundo nivel comprende el análisis de las respuestas entregadas por los estudiantes en sí.

Estos componentes permiten según Richardson (1999) establecer un criterio para la confección de un inventario de conceptos de manera de poder comprobar el desarrollo de una evaluación de calidad. (Richardson, 1999, pág. 21)

A partir de la investigación realizada por Richardson (1999), son propuestos 4 pasos para la construcción de un inventario de conceptos, los cuales también guardan coherencia con los pasos realizados por Barbosa (2013) en su investigación.

- Determinar los conceptos que serán incluidos; este paso se encuentra en función de las limitaciones temporales que tiene quien realiza una evaluación de este tipo, por lo que se establece una relación entre el tiempo necesario y el número de preguntas utilizadas.
- Estudio y articulación del proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que es fundamental conocer el modelo cognitivo del estudiante, puesto que sus procesos y pensamientos se sintetizan a partir de su modelo cognitivo.
- Construcción de preguntas de selección múltiple; que, como se señaló anteriormente deben ser desarrolladas con exclusividad de concepto por pregunta y

se debe tener en cuenta las concepciones alternativas para los enunciados, que funcionan como respuestas a las preguntas.

- Aplicación de una versión Beta y análisis estadístico; este último refiriéndose a la validez de la evaluación, la cual permite abordar la pregunta: ¿Mide el instrumento lo que debe medir? y puede ser desarrollada tanto por la valoración de expertos, como la forma estadística utilizada por Barbosa (2013); quien también establece que puede ser medida a partir de “*la comparación de los resultados del inventario con la habilidad de los estudiantes para usar concept en los problemas del estilo de los exámenes comunes*” (Barbosa, 2013, pág. 23). Además de la validez, la confiabilidad de la evaluación permite responder a la pregunta: ¿Entrega el instrumento resultados similares cuando es realizado en más de una ocasión por el mismo estudiante?, siendo esta medible a partir de procedimientos estadísticos. Y por último la imparcialidad, la cual entrega referencias en base a la siguiente pregunta: ¿Produce la evaluación inferencias válidas entre estudiantes de distinto género o grupo étnico? para el cual se hace relevante que sea aplicado a una muestra considerable de estudiantes.

En vista de lo anteriormente expuesto, para la confección del Instrumento de Evaluación Diagnóstica se considerarán las tres componentes de la evaluación. A su vez, los inventarios de conceptos se presentan como una alternativa para la identificación de concepciones alternativas, por lo que se incorporarán preguntas de selección múltiple en el Instrumento de Evaluación Diagnóstica basadas en el modelo propuesto por Richardson (1999).

### **3.5 Investigaciones en el área**

Las concepciones alternativas han sido materia de estudio desde los años 60, alcanzando un apogeo en los años 70 (Camino, 1995). Este tema es extenso e incluso hasta el día de hoy se siguen investigando sus características, su origen y se intenta encontrar estrategias o modelos que permitan modificarlas. Las concepciones alternativas están presentes en una gran cantidad de ramas de la ciencia, a continuación, se presentan algunas investigaciones sobre concepciones alternativas en el área de astronomía.



### 3.5.1 Tópicos que han sido objeto de investigación

Uno de los fenómenos astronómicos más estudiados en estas investigaciones es **el día y la noche** y se han identificado una amplia gama de concepciones alternativas. Algunos de los enfoques han sido: considerar las posiciones del Sol y la Luna durante el día y la noche (Camino, 1995; Vega, 2001; Vilches y Ramos, 2015); el sistema Sol-Tierra enfocado en cómo cambia la duración del día y la noche a través de las estaciones del año (De Manuel, 1995); cómo se genera el día y la noche (Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).

Las **fases lunares** es un fenómeno complejo de explicar según Kriner (2004), por esta razón es difícil de enseñar y además de aprender. En diversas investigaciones se encuentra evidencia que una gran cantidad de estudiantes mantienen sus concepciones alternativas incluso después de la acción escolar. Las investigaciones que han abordado esta temática han puesto énfasis en distintos enfoques: las causas de las fases lunares (Kriner, 2004; Gil y Martínez, 2005; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013; Vilches y Ramos, 2015); la ubicación relativa del observador y la observación de las fases lunares o fases planetarias (Camino, 1995; Gil y Martínez, 2005).

Con respecto a **estaciones del año**, las investigaciones han tenido los siguientes enfoques: determinar la causa de las estaciones (Camino, 1995; De Manuel, 1995; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); y por qué mientras un hemisferio está en verano el otro está en invierno (Gil y Martínez, 2005).

Las concepciones alternativas relacionadas a la **forma de la Tierra y la gravedad** se han realizado a partir de los siguientes enfoques: causa de las mareas (Delgado y Cubilla, 2012) y relación de la fuerza gravitacional entre la Tierra y la Luna (Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013). Otro de los temas que han sido abordados por las investigaciones han sido: Las órbitas de los planetas y sus movimientos (Yu, Sahami, y Denn, 2010; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); y sistemas geocéntricos o heliocéntricos, considerando Sistema Tierra- Sol- Luna (Vilches y Ramos, 2015).

En la Tabla 3.1 se puede revisar un resumen de los conceptos investigados de acuerdo a los enfoques utilizados por los distintos investigadores.

### **3.5.2 Técnicas e instrumentos más utilizados en las investigaciones**

Todas estas investigaciones (Tabla 3.1) han sido realizadas en distintas zonas geográficas, considerando diversos grupos etarios y han utilizado distintos instrumentos para identificar las concepciones alternativas de los sujetos de estudio.

Camino (1995) realizó una investigación enfocada en las concepciones alternativas de docentes de básica (en formación y en ejercicio), donde se les realizó un pre test, luego se implementó una unidad didáctica (talleres prácticos) y finalmente un post test. El pre test consistió en un cuestionario de 3 preguntas abiertas sobre (a) día y noche, (b) fases de la Luna, y (c) estaciones del año, para las cuales se les solicitó realizar dibujos para explicar mejor sus respuestas. Además, se realizó una entrevista no estructurada y de carácter voluntario para profundizar en algunas de las ideas. Algunos ejemplos de preguntas realizadas en las entrevistas fueron: Supone que estás situado en otro planeta: ¿habrá día y noche ahí?; ¿Cómo haces para explicar las estaciones?; ¿Se te ocurre si desde la Luna le ves las fases a la Tierra? Entre los resultados de esta investigación se encontró una amplia prevalencia de la concepción aceptada por la comunidad científica respecto a las causas del día y noche en el pretest, junto con un porcentaje considerable de encuestados que no sabían o no contestaron (NS/NC), sin embargo, en el post test encontró una mayor variedad de respuestas asociadas a concepciones alternativas reduciéndose al mínimo las respuestas NS/NC.

<b>Tabla 3.1:</b> Enfoques de cada investigación a partir de los conceptos investigados.		
Conceptos investigados	Desde qué enfoque aborda los conceptos	Referencia
El día y la noche	(a) Posición del Sol y la Luna durante el día y la noche	(a) Camino (1995), Vega (2001), Vilches y Ramos (2015)
	(b) Duración del día y la noche a lo largo de las estaciones del año	(b) De Manuel (1995)
	(c) Como se genera el día y la noche	(c) Vega (2001), Delgado y Cubilla (2012), Galperin, Raviolo, Señorans y Prieto (2012), Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013)
Fases lunares	(d) Causas de las fases lunares	(d) Kriner (2004), Gil y Martínez (2005), Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013), Vilches y Ramos (2015)
	(e) Observación de las fases lunares o fases planetarias	(e) Camino (1995), Gil y Martínez (2005)
Estaciones del año	(f) Causa de las estaciones	(f) Camino (1995), De Manuel (1995), Delgado y Cubilla (2012), Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013)
	(g) Diferencia de estaciones del año según hemisferios	(g) Gil y Martínez (2005)
Forma de la Tierra y Gravedad	(h) Causa de las mareas	(h) Delgado y Cubilla (2012)
	(i) Fuerza gravitacional entre la Tierra y la Luna	(i) Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013)
	(j) Orbitas planetarias	(j) Yu, Sahami y Denn (2010), Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013)
	(k) Sistemas geocéntricos y heliocéntricos	(k) Vilches y Ramos (2015)

Yu, Sahami y Denn (2010) realizaron entrevistas estructuradas en grupos de estudiantes universitarios que se inscribieron en el curso de Astronomía en la Universidad Metropolitana Estatal de Denver, Estados Unidos; fueron entrevistados 112 estudiantes (63 del otoño del 2005 y 49 de la primavera del 2006), sobre las leyes de Kepler y las órbitas planetarias, donde los estudiantes debían contestar preguntas abiertas y cerradas como las siguientes: ¿Qué sabes sobre las órbitas planetarias?; ¿Por qué los planetas se mueven como lo hacen?. Para complementar las preguntas y sus explicaciones se les pidió que realizaran dibujos. Entre los hallazgos principales de esta investigación se encuentra el hecho de que una gran mayoría de los estudiantes concebían las órbitas planetarias altamente excéntricas.

Utilizando un cuestionario con dos preguntas abiertas y una de selección múltiple del tipo: *Da una explicación de por qué en verano hace calor y en invierno hace frío*, en las cuales el investigador (De Manuel, 1995) animaba a los estudiantes a complementar sus explicaciones con gráficos y dibujos. Con 904 estudiantes de educación primaria de 12 a 18 años y a 50 estudiantes de pedagogía pertenecientes a la ciudad de Cataluña, España. Se encontró que la concepción alternativa más recurrente fue aquella que asociaba los veranos e inviernos a la distancia entre la Tierra y el Sol.

Vega (2001) elaboró un cuestionario por medio de una recopilación de cuatro tareas usadas en investigaciones anteriores por otros autores (por ejemplo: Nussbaum y Novak, 1976; Baxter, 1989; Vosniadou y Brewer, 1994). Estas tareas incorporaron actividades del tipo: (i) *Dibuja la Tierra tal y como piensas que la verías desde una nave espacial*, (ii) *¿Dónde está la luna durante el día?* y (iii) *Mediante un dibujo y las aclaraciones escritas que creas convenientes hacer, explica cómo se suceden las estaciones*. Este cuestionario de 4 tareas fue aplicado a 96 docentes (87 mujeres y 9 varones) que realizaban clases a distintos cursos de primaria en la ciudad de Tenerife, Argentina (Vega, 2001). Entre las concepciones alternativas detectadas por esta investigación, se destaca que casi la mitad de los docentes explica el ciclo día y noche de manera inapropiada (por ejemplo, considerando a la Luna estática y sólo visible de noche, o que la traslación de la Tierra alrededor del Sol es la causa del día y la noche).

La investigación que desarrolló un instrumento de evaluación centrado en **dibujos o esquemas** fue la realizada por Gil y Martínez (2005), en la cual se analizaron esquemas de las representaciones sobre los siguientes temas: estaciones del año, fases lunares y sistema Tierra-Sol-Luna, de estudiantes de tercer grado de Magisterio que cursaban la asignatura Conocimiento del Medio Natural y su Didáctica en la Universidad de Zaragoza, España. Algunas

de las preguntas incluidas en esta investigación fueron: ¿Por qué cuando en el hemisferio norte es invierno, en el sur es verano? Explícalo, utilizando algún esquema; ¿Qué fase de la Tierra vería un astronauta que se encontrase en la Luna durante la Luna nueva? ¿Y en la Luna llena? Justifícalo utilizando dibujos. Entre las concepciones que fueron identificadas en esta investigación son: proximidad de la Tierra al Sol como causa de las estaciones, la confusión entre la proyección y la reflexión de los rayos del Sol para explicar las fases de la Luna, entre otras.

En la ciudad de Panamá, Panamá, Delgado y Cubilla (2012) realizaron una investigación sobre la comprensión de conceptos básicos en pre-media, sobre astronomía y ciencias en general. Los sujetos de estudio fueron 463 estudiantes de 7°, 8° y 9° de un colegio oficial; a los cuales se les aplicó un cuestionario con 10 preguntas de selección múltiple y 3 preguntas abiertas. Algunas de las preguntas fueron: ¿A qué se debe la alternancia entre día y noche?; Las diferentes estaciones del año, con sus climas y temperaturas características, son producto de; Las fases de la Luna son un fenómeno generado por. Los resultados evidencian que la gran mayoría de los estudiantes tienen concepciones alternativas muy alejadas de los modelos científicos (Delgado y Cubilla, 2012). Entre las concepciones alternativas detectadas por esta investigación destacan: Asociación del fenómeno de las fases lunares con la sombra de la Tierra, las mareas son producidas por la agitación del movimiento terrestre de rotación, las estaciones del año son producidas por la inclinación del eje de rotación de la Tierra y el movimiento de esta alrededor del Sol.

En la localidad del Bolsón, Argentina, se realizó una recopilación de concepciones alternativas sobre las respuestas de 74 estudiantes de educación primaria y secundaria, y de 20 estudiantes universitarios (en el área de las Ciencias Agrarias) por medio de una actividad de dibujo, con una hoja para cada estudiante y una sola pregunta: *¿Cómo explicarías el fenómeno del día y la noche a través de un dibujo?* (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012). Entre las concepciones alternativas detectadas por estos investigadores destacan: Asociación de la noche con la Luna aun en niveles universitarios (más del 30% de los encuestados de ese nivel).

Los investigadores Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013) para obtener una aproximación a las concepciones alternativas del alumnado, realizaron un cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple, el que fue generado a partir de una revisión bibliográfica y cuyas alternativas reflejaban respuestas frecuentes presentadas en los estudios. Estas preguntas son del tipo:

***¿Qué causa las fases de la Luna?***

- a) algo pasa por delante de la Luna.*
- b) la Luna se mueve dentro y fuera de la sombra de la Tierra.*
- c) la Luna se mueve dentro y fuera de la sombra del Sol.*
- d) el otro lado de la Luna está siempre oscuro y es el que vemos.*
- e) ninguna de las anteriores.*

Esta investigación fue realizada con estudiantes del 2º curso del Grado de Educación Primaria de la universidad de Vigo, España. Estos Investigadores destacan que los resultados obtenidos en su investigación no difieren mucho con los de otras investigaciones relacionadas con concepciones alternativas. Entre las concepciones alternativas detectadas en esta investigación se encuentran: las fases lunares son producidas porque la Luna entra o sale de la sombra de la Tierra, la Luna no gira sobre su eje, las diferentes estaciones son producidas por la distancia variable entre el Sol y la Tierra.

Vilchez y Ramos (2015) realizaron su investigación con 75 alumnos de tres cursos de un colegio de primaria de la ciudad de Granada capital, España. El instrumento utilizado fue un cuestionario, y algunas de las preguntas fueron: *¿Dónde está la Luna cuando es de día?, ¿Has visto alguna vez la Luna de día?, ¿Ves la Luna siempre igual?, ¿Por qué crees que cambia la Luna?, ¿Por qué crees que hay veranos e inviernos?, ¿Por qué crees que hace más calor en verano que en invierno?*; los resultados obtenidos muestran que hay considerables obstáculos cognitivos para la comprensión de los fenómenos abordados. Entre las concepciones alternativas detectadas por esta investigación destacan: la Luna se encuentra oculta detrás de las nubes cuando es de día, hace más calor en verano que en invierno debido al movimiento de traslación de la Tierra.

En la Tabla 3.2 se puede revisar un resumen de las investigaciones con respecto a los sujetos de investigación, las metodologías utilizadas y el lugar de aplicación

<b>Tabla 3.2:</b> Investigaciones ordenadas por: sujetos de investigación, metodología y lugar de aplicación.			
Referencia	Sujetos de Investigación	Metodología	Lugar de Aplicación
Camino (1995)	Maestros de básica (entre 17 a 50 años)	Cuestionario de preguntas abiertas e interpretación de dibujos, luego una entrevista a semi-estructurada a voluntarios	Esquel, Argentina
De Manuel y Montero (1995)	904 estudiantes de educación primaria (12 a 18 años) y 50 estudiantes de magisterio	Cuestionario con 2 preguntas abiertas y una de selección múltiple	Barcelona, España
De Manuel (1995)	aproximadamente 1000 estudiantes de educación primaria (12 a 18 años)	Cuestionario con 2 preguntas abiertas y una de selección múltiple	Cataluña, España
Vega (2001)	96 docentes de diversos cursos de primaria	Cuestionario de 4 tareas	Tenerife, Argentina
Gil y Martínez (2005)	Estudiantes de 3° grado de magisterio que cursaban la asignatura "conocimiento del medio natural y su didáctica"	Dibujos y esquemas	Zaragoza, España
Yu, Sahami y Denn (2010)	49 estudiantes de un curso de astronomía a nivel universitario.	Entrevista y análisis de dibujos	Denver, Estados Unidos
Delgado y Cubilla (2012)	463 estudiantes de 7°, 8° y 9° de premedia	Cuestionario con 10 preguntas de selección múltiple y 3 preguntas abiertas	Ciudad de Panamá, Panamá
Galperin, Raviolo, Señorans y Prieto (2012)	74 estudiantes de primaria y secundaria y 20 universitarios	Actividad de dibujo	El Bolsón, Argentina
Varela, Pérez, Serrallé, Arias (2013)	Estudiantes del 2° curso del grado de educación primaria	Cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple con alternativas sobre concepciones frecuentes de estudiantes	Vigo, España
Vilches y Ramos (2015)	75 alumnos de 3 cursos de un colegio	Tres cuestionarios	Granada, España.

### 3.5.3 Concepciones alternativas identificadas en las investigaciones.

A continuación se presentan las concepciones alternativas detectadas en las investigaciones antes mencionadas, son separadas por medio de las temáticas, y se hace referencia a aquellas concepciones que han sido detectadas en más de una investigación.

Entre las concepciones detectadas por estos investigadores en las respuestas de los estudiantes sobre el **día y la noche**, se pueden identificar causas que no coinciden con la explicación científicamente aceptada, algunas de estas que atribuyen este fenómeno al movimiento de traslación terrestre (Camino, 1995; Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); la aproximación del Sol a la Tierra (Vega, 2001); el ocultamiento de Luna detrás del Sol y viceversa (Camino, 1995; Vega, 2001; Vilches y Ramos, 2015); la rotación terrestre con el Sol y la Luna estáticos y opuestos entre sí (Camino, 1995; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012); la Tierra estática y el Sol y la Luna girando alrededor (Camino, 1995; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012; Delgado y Cubilla, 2012); y aquellas que atribuyen al día la presencia del Sol y la noche la presencia de la Luna (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012).

Entre las concepciones alternativas identificadas por los investigadores sobre la causa de las **fases lunares**, algunas atribuyen este fenómeno a la sombra de la Tierra, que oculta parte de la Luna (Camino, 1995; Kriner, 2004; Gíl y Martínez, 2005; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); de forma similar con la sombra del Sol (Kriner, 2004; Gíl y Martínez, 2005; Delgado y Cubilla, 2012) y con las nubes, que ocultan una parte de la Luna (Kriner, 2004; Delgado y Cubilla, 2012); mientras que algunas de las fases lunares son confundidas con el fenómeno de los eclipses (Gíl y Martínez, 2005; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).

Algunas de las explicaciones de los estudiantes señalan como causa de las **estaciones del año**: la distancia variable entre el Sol y la Tierra (De Manuel, 1995; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); la rotación terrestre (De Manuel, 1995; Gíl y Martínez, 2005); la inclinación del eje solar y su traslación alrededor de la Tierra (Delgado y Cubilla, 2012); por decisión divina (Vilches y Ramos, 2015).



En las respuestas de los estudiantes se reflejan concepciones sobre la **forma de la Tierra**: La forma de la Tierra es plana o semiesférica (Vega, 2001); la Tierra es esférica, pero es plana en las zonas donde vive la gente (Vega, 2001). Y con respecto a la **fuerza de gravedad**: la fuerza gravitacional ejercida por la Luna sobre la Tierra es menor que la terrestre (Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); la gravedad del Sol empuja la Tierra (Yu, Sahami, y Denn, 2010); los planetas se mueven porque expulsan gases (Yu, Sahami, y Denn, 2010).

Entre las concepciones más comunes relacionadas al **sistema Tierra-Sol-Luna** destacan en relación con el periodo de rotación de la Luna: la Luna no gira sobre su eje (Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); La Luna gira alrededor de la Tierra en un día. (Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013). Mientras que en relación con las órbitas planetarias: las órbitas son elipses con excentricidad cercana a 1 (Yu, Sahami, y Denn, 2010; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013); o tienen formas diversas como óvalos, ovoides, entre otras (Yu, Sahami, y Denn, 2010).

En la Tabla 3.3 se puede revisar un resumen de las investigaciones con respecto a los sujetos de investigación, las metodologías utilizadas y el lugar de aplicación.

**Tabla 3.3:** Concepciones alternativas detectadas con respecto a los conceptos investigados.

Conceptos investigados	Concepciones detectadas
El día y la noche	<p>Se deben al movimiento de traslación terrestre</p> <p>Se deben al ocultamiento de Luna detrás del Sol y viceversa</p> <p>Se deben a la aproximación del Sol a la Tierra</p> <p>Atribuyen al día la presencia del Sol y la noche la presencia de la Luna</p> <p>Se deben a la Tierra estática y el Sol y la Luna girando alrededor</p> <p>Se deben a la rotación terrestre con el Sol y la Luna estáticos y opuestos entre sí</p>
Fases lunares	<p>La sombra de la Tierra oculta parte de la Luna</p> <p>Confusión con el fenómeno de eclipse</p> <p>La sombra del Sol o las nubes ocultan parte de la Luna</p>
Estaciones del año	<p>Se deben a la distancia variable entre el Sol y la Tierra</p> <p>La inclinación del eje solar y su traslación alrededor de la Tierra</p> <p>Se debe a la decisión divina</p> <p>Se deben a la rotación terrestre</p>
Forma de la Tierra y Gravedad	<p>La forma de la Tierra es plana o semiesférica</p> <p>La Tierra es redonda, pero es plana donde vive la gente</p> <p>La fuerza gravitacional ejercida por la Luna sobre la Tierra es menor que la terrestre</p> <p>Los planetas se mueven ya que expulsan gases</p> <p>La gravedad del Sol empuja a la Tierra</p>
Sistema Tierra - Sol - Luna y orbitas planetarias	<p>La Luna no gira sobre su eje</p> <p>La Luna gira alrededor de la Tierra en un día</p> <p>Las orbitas planetarias son elipses con excentricidad cercana a 1</p>

## **Capítulo 4: Marco Metodológico**

En el presente capítulo se definirá el tipo de investigación, el diseño del instrumento de evaluación, la caracterización de los sujetos de estudio y los métodos recogida y análisis de datos.

### **4.1 Tipo de investigación y paradigma.**

La investigación educativa se ha posicionado como una alternativa confiable para la obtención de información por parte de los distintos grupos de profesionales relacionados con la labor educativa, McMillan y Schumacher (2005) señalan que esto se debe principalmente a la necesidad constante de los educadores de entender los procesos educativos y, por consiguiente, permitir la toma acertada de decisiones relacionadas al óptimo desarrollo de la comunidad y de la labor educativa. A nivel curricular estos autores consideran que las constantes modificaciones que los gobiernos realizan a los currículos educativos, usualmente se fundamentan a partir de investigaciones educativas.

A nivel nacional, en lo que respecta a las modificaciones curriculares de esta última década, el Estado Chileno ha tomado como base investigaciones relacionadas a la cobertura curricular<sup>10</sup>, y los resultados de la evaluación PISA realizadas por la OCDE<sup>11</sup>, sin embargo, esta última tiene como enfoque la educación científica en base a competencias y no se centra en la identificación de concepciones alternativas de los estudiantes. Algunos de los temas son abordados de una forma más general, por ejemplo los relacionados a Universo, como estrellas, movimientos de traslación y rotación; mientras que otros temas predominan ya que están relacionados con problemáticas relevantes en la actualidad (cambio climático, agujero de la capa de ozono, entre otros).

En este trabajo se busca aportar en la investigación educativa de nuestro país, diseñando una evaluación diagnóstica enfocada en los contenidos sobre Universo

---

10 Ver Estudio cobertura curricular en segundo ciclo básico y Enseñanza Media sector Ciencias Naturales, 2004.

11 Ver PISA 2012, Resultados: What Students Know and Can Do (Volume I, 2014)

concernientes a la Enseñanza Básica, de manera de fortalecer el proceso de enseñanza de las ciencias a partir de la teoría de las concepciones alternativas. Cuellar (2009) señala la importancia de que los docentes conozcan las concepciones alternativas de los estudiantes, ya que el proceso de enseñanza-aprendizaje involucra nuevos conceptos y teorías, que son asimilados con concepciones alternativas afines. Según Cuellar las concepciones alternativas pueden *“facilitar o limitar el aprendizaje de las Ciencias, dependiendo de la relación que se establezca con los nuevos conceptos a enseñar”* (Cuéllar, 2009, pág. 2). Se considera que la identificación de las concepciones alternativas de los estudiantes es una herramienta fundamental para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje, recalcando la importancia de lo que él y la estudiante sabe para la construcción de su aprendizaje, lo que Ausubel afirma sobre el conocimiento previo, considerándolo como el factor aislado más influyente en el aprendizaje, señalando que solo podemos aprender algo a partir de aquello que ya conocemos (Ausubel, 1963 citado en Moreira, 2005).

Existen dos modalidades principales para el desarrollo de una investigación educativa, las cuales son denominadas: cualitativas y cuantitativas. Estas difieren entre sí, y permiten reconocer cómo concibe el investigador el mundo, el objetivo último de la investigación y la forma de recogida y análisis de los datos (McMillan y Schumacher, 2005).

Una de las principales formas de diferenciar una investigación cuantitativa de una cualitativa es la forma en que se presentan los datos. Para la investigación cuantitativa en general, la presentación de los datos se realiza por medio de resultados estadísticos en forma de números, en cambio, la investigación cualitativa presenta los datos como una narración. La mayoría de las distinciones entre investigación cuantitativa y cualitativa no son absolutas, de hecho, es posible combinar ambos métodos de investigación en un mismo estudio para investigar un problema concreto.

La pregunta que orienta nuestra investigación es: ¿Cómo diseñar y validar una Evaluación Diagnóstica sobre CTU para identificar las concepciones alternativas de estudiantes que se encuentren cursando séptimo año básico? Esta pregunta hace referencia a la forma de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes una vez que han finalizado el primer ciclo de seis años de Enseñanza Básica, porque esto ofrece una oportunidad al docente de conocer las concepciones alternativas de sus estudiantes de manera de seleccionar y planificar actividades dentro y fuera del aula y así ofrecer oportunidades de aprendizaje a sus estudiantes.

#### 4.1.1 Diseño de la investigación

Considerando que el objetivo de este trabajo de seminario es diseñar un Instrumento de Evaluación Diagnóstica que permita identificar las concepciones alternativas sobre Ciencias de la Tierra y el Universo de los estudiantes en la transición de enseñanza básica a enseñanza media, con la finalidad de poner a disposición del docente, información sobre las concepciones de sus estudiantes, permitiéndole reforzar aquellos contenidos de Enseñanza Básica para los cuales fueron identificadas concepciones alternativas.

Este trabajo de seminario es del tipo no experimental, puesto que en el diseño no se establece la manipulación de variables para la obtención de resultados. Esta investigación tiene como enfoque analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables (como son las concepciones alternativas que poseen los estudiantes) en un momento específico, correspondiendo a un diseño transeccional. Una de las características principales de este diseño es que la recolección de datos se realiza en una sola ocasión.

Una investigación descriptiva busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Fernández y Baptista, 2003 citado en Sánchez y García, 2009). El Instrumento de Evaluación Diagnóstica busca identificar las características de las concepciones alternativas de los estudiantes de séptimo básico, por lo cual esta investigación corresponde a un diseño descriptivo.

La investigación contempla una fase exploratoria, en la cual se escogieron los objetivos de aprendizaje y los indicadores de evaluación enfocados en Ciencias de la Tierra y el Universo de los Programas de Estudios de Enseñanza Básica. A partir de estos objetivos e indicadores, se diseñaron tres evaluaciones dirigidas a estudiantes de 1º y 3º año básico y 1º año medio, para identificar algunas de sus concepciones alternativas y contrastar los distintos tipos de evaluación y verificar su funcionalidad: entrevista, pregunta de selección múltiple, actividades de dibujo y preguntas abiertas. Los resultados de esta actividad exploratoria<sup>12</sup> evidenciaron que los estudiantes participantes poseen concepciones en común para explicar algunos de los fenómenos propuestos en los instrumentos, como por ejemplo:

- Es de noche porque está la Luna

---

<sup>12</sup> Véase anexo 1: Actividad exploratoria

- La temperatura de la Tierra aumenta con la rotación.
- El eclipse Lunar es producido porque el Sol se sitúa entre la Tierra y la Luna

Además dependiendo del tipo de actividad que se le planteara los estudiantes participaban de manera diferente, como por ejemplo, los estudiantes de tercero básico tuvieron una alta participación en las actividades de dibujo a diferencia de la entrevista en donde sus respuestas eran breves. Esta actividad exploratoria puede ser revisada en detalle en el anexo 1.

Una vez terminada la actividad exploratoria, se realizó una revisión bibliográfica que permitió seleccionar concepciones alternativas recurrentes, halladas en investigaciones sobre CTU y sobre los métodos utilizados para la identificación de estas. A partir de la información recabada en la fase exploratoria y la revisión bibliográfica, se definió el diseño para la elaboración del Instrumento de Evaluación Diagnóstica. Este diseño se basa en las tres componentes de la evaluación (mencionados en el Capítulo 3.4, Como identificar las concepciones alternativas) y está enfocado en estudiantes de séptimo año básico, y contempla la selección de cuatro contenidos de CTU: día y noche, estaciones del año, fases lunares y eclipses.

Una primera versión del instrumento diseñado fue aplicada en un establecimiento educativo de la comuna de la Florida, y los resultados obtenidos permitieron realizar algunas modificaciones en base en la redacción para dar mayor claridad a las actividades del instrumento. Una segunda versión del instrumento fue aplicada en un establecimiento educativo de la comuna de Estación Central, y los resultados obtenidos fueron analizados en función de las concepciones alternativas de los estudiantes y de las evidencias para establecer la validez del instrumento (basadas en el contenido, en los procesos de respuesta, en la estructura interna y en investigaciones afines). El análisis posterior de las respuestas se realizó utilizando elementos de la metodología cuantitativa, para determinar la consistencia interna del instrumento y para interpretar los procesos de respuestas de los estudiantes. En cambio, para el análisis de las preguntas abiertas y de los dibujos se utilizan elementos de la metodología cualitativa, en términos de definir categorías de análisis para identificar ciertos elementos clave en estos tipos de respuestas.

#### **4.2 Diseño del Instrumento para la recolección de datos.**

Esta investigación contempló el diseño de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica para la identificación de las concepciones alternativas de estudiantes de séptimo año básico. En

una primera etapa se realizó una actividad exploratoria en la cual se diseñaron tres instrumentos de evaluación para 1° año básico, 3° año básico y 1° año de Enseñanza Media; para los cuales se utilizaron actividades de dibujo, selección múltiple, entrevistas y preguntas abiertas. Las respuestas de los estudiantes a algunas de las actividades propuestas dejaron en evidencia concepciones alternativas. Por ejemplo: ¿Cuáles son las fases lunares? (Prueba de diagnóstico tercer año básico); “Dibuja un eclipse lunar” (Prueba de diagnóstico tercer año básico); ¿Has visto la Luna de día? ¿Por qué? (Prueba de diagnóstico primero medio); ¿Por qué hace más calor en verano que en invierno? (Prueba de diagnóstico primero medio).

A partir del análisis de la información obtenida en la actividad exploratoria, se desarrolló una Instrumento de Evaluación Diagnóstica dirigida a estudiantes que hayan completado con éxito los primeros 6 años de Enseñanza Básica. Este instrumento corresponde a un test de elaboración propia, test de lápiz y papel que según McMillan y Schumacher (2005) consiste en una serie de preguntas u enunciados que requieren la realización de tareas de carácter cognitivo. La estructura de este instrumento es en base a tres tipos de actividades (Ítems) con un total de 16 preguntas, ya que se pueden abordar los cuatro temas escogidos: (a) el día y noche, (b) las estaciones del año, (c) las fases lunares, (d) eclipses lunares y solares, de manera transversal a cada ítem del instrumento y puede ser realizada por los estudiantes en una hora cronológica.

El diseño del instrumento planteado responde primeramente a la necesidad de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, para ello se desarrolló teniendo en consideración distintos tipos de actividades (uno para cada Ítem) para que los estudiantes presentaran sus concepciones alternativas de una u otra forma (dependiendo de la actividad). Esta característica posibilita el análisis de la consistencia de las respuestas de los estudiantes de las preguntas referidas a un mismo tema

A continuación, se presentará el diseño del instrumento por cada ítem:

#### **4.2.1 Diseño del Ítem I (Preguntas de selección múltiple).**

El primer ítem consta de seis preguntas de selección múltiple, cada una con cinco alternativas, diseñadas en consideración de algunos de los elementos de la propuesta de inventario de conceptos de Richardson (1999), la cual se basa en presentar una alternativa

referente al conocimiento científico vigente (lo que se considera como la alternativa “correcta”, tres alternativas que representen concepciones alternativas relativas al enunciado (así cada uno de los distractores cumple con ser suficientemente verosímil para el estudiante). En este caso, se incorporó una última alternativa (E) que permite al estudiante escribir una respuesta que no esté contemplada dentro de las alternativas que se le ofrecen. En este Instrumento de Evaluación Diagnóstica, este tipo de pregunta permite identificar las concepciones alternativas de los estudiantes con respecto a los temas abordados, ya que esto quedará en evidencia dependiendo de la alternativa que seleccione, y mientras que la alternativa E permite identificar cualquier otra concepción diferente a las propuestas. Este Ítem contiene tres preguntas referentes al día y la noche (P.1, P.2, P.3), una pregunta sobre estaciones del año (P.4), una pregunta sobre fases lunares (P.5) y una referente a eclipses lunares (P.6).

Los enunciados de las seis preguntas de selección múltiple son:

- (P.1) *Cuando es de día: ¿dónde está la Luna?*
- (P.2) *¿Cuándo termina un día y empieza otro?*
- (P.3) *¿Habrá día y noche en Venus? ¿Por qué?*
- (P.4) *¿Por qué hace más calor en verano que en invierno?*
- (P.5) *Si estuvieses en la Luna, mirando hacia la Tierra. ¿Le verías fases a la Tierra de igual forma que ves fases lunares?*
- (P.6) *¿Por qué se producen los eclipses lunares?*

Los enunciados de las dos primeras preguntas (P.1) y (P.2) se enfocan en características propias del día y la noche, donde si un estudiante explica mediante concepciones alternativas entonces puede presentar incoherencias con lo que se observa, como por ejemplo decir que la Luna sólo es visible en el lugar en el cual sea de noche, siendo que ésta también se puede observar durante el día. Los cuatro enunciados restantes están orientados a responder sobre la causa de los temas escogidos: día y noche (P.3), estaciones del año (P.4), fases lunares (P.5) y eclipses lunares (P.6); para poder identificar si los estudiantes explican estos fenómenos mediante concepciones en concordancia con el conocimiento científico vigente o utilizan concepciones alternativas.



#### 4.2.2 Diseño del Ítem II (Actividades de dibujo).

El segundo ítem consta de 5 preguntas en las que los estudiantes deben leer comprensivamente ciertas representaciones o modelos planteados en los enunciados y complementar su respuesta a través de dibujos. El uso de dibujos tiene como precedente la actividad exploratoria, en la cual a estudiantes de tercer año básico se les solicitó a los estudiantes que dibujasen un eclipse solar. Los resultados de esta fase exploratoria dan cuenta de la capacidad del dibujo como herramienta para identificar concepciones alternativas de los estudiantes. La relevancia del dibujo radica en que corresponde a una *“opción ilimitada de interpretación y nos da cuenta de los procesos cognitivos, culturales y afectivos a los cuales una persona recurre para ordenar y dar forma en un soporte limitante (hoja de papel, cuaderno, pared, cuadro) los elementos simbólicos que representarán su visión de lo que se le pide”* (Jiménez y Martínez, 2011, pág. 25) por lo que utilizar actividades de dibujo permite conocer algunos de los elementos que conforman la visión del estudiante sobre los temas de la evaluación diferentes a los que se pueden reconocer por medio de las preguntas de selección múltiple o las preguntas abiertas, como son la organización de los elementos del dibujo, el tamaño de estos o la forma de interrelacionarlos.

Este Ítem contiene una pregunta referente al día y la noche (P.7), una pregunta sobre estaciones del año (P.8), dos preguntas sobre fases lunares (P.9, P.10) y una referente a eclipses solares (P.11).

Los enunciados del Ítem II para cada pregunta son:

- (P.7) En debate entre 5 amigos, se planteó la pregunta ¿Por qué se produce el día y la noche?, para la que cada amigo tenía una teoría propia: ¿Quién crees que tiene la razón? A continuación dibuja el modelo de quien consideres que está en lo correcto.
- (P.8) El mismo grupo de amigos, conversó sobre las causas de las estaciones del año, para lo que cada uno expuso sus ideas: ¿Quién crees que tiene la razón? A continuación dibuja la explicación que consideres correcta.
- (P.9) Dibuja en las casillas las cuatro fases lunares y escribe sus respectivos nombres en el espacio de abajo.
- (P.10) Explica por medio de un dibujo cómo se producen las fases lunares.
- (P.11) Dibuja al Sol, la Tierra y la Luna en sus posiciones durante un eclipse solar.

En las primeras dos preguntas de este Ítem los estudiantes tienen que seleccionar uno de cinco modelos planteados y dibujarlo, a su vez la siguiente pregunta permite identificar si los

estudiantes conocen las cuatro principales fases lunares, ya que deben dibujar la fase y nombrarla, por lo cual estas preguntas permiten contrastar la consistencia en cada una de ellas. Las últimas dos preguntas requieren que los estudiantes dibujen sus modelos explicativos sobre las causas de las fases lunares y las causas de un eclipse solar. Debido a que todas las preguntas tienen dibujos, es posible identificar los modelos mentales de los estudiantes sobre los temas escogidos, y entregando información sobre los tamaños de la Tierra, el Sol y la Luna, sus posiciones y distancias relativas.

#### **4.2.3 Diseño del Ítem III (Preguntas Abiertas).**

El tercer ítem consta de cinco preguntas abiertas, para las cuales se tomaron como referencia preguntas utilizadas en investigaciones afines que utilizaron cuestionarios y entrevistas para identificar concepciones alternativas sobre los temas CTU. De las cinco preguntas, una corresponde al tema día y noche (P.12), una a estaciones del año (P.13), otras dos relacionan fases lunares y eclipses (P.14 y P.15), y finalmente, una se enfoca en eclipses solares (P.16). La ventaja de utilizar preguntas abiertas es que permiten conocer la narrativa que utiliza el estudiante y como relaciona sus concepciones para construir la respuesta. Además, este ítem permite contrastar la consistencia de las respuestas de los estudiantes sobre los temas seleccionados en relación con sus respuestas en los ítems anteriores.

Los cinco enunciados de las preguntas abiertas son:

- (P.12) Cuando en Chile continental es de noche, en China es de día: ¿Por qué sucede esto?),
- (P.13) Marcela planea realizar un viaje a Francia en sus vacaciones de verano y al preparar su mochila guarda ropa de verano. Sin embargo, un amigo que ya había visitado Francia le señala que debe llevar ropa de invierno, porque cuando en Chile es verano en Francia es invierno. ¿Por qué crees que cuando en el hemisferio sur es verano, en el hemisferio norte es invierno?
- (P.14) ¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que se produzca un eclipse Lunar? ¿Por qué?
- (P.15) ¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que ocurra un eclipse solar?
- (P.16) ¿Por qué no se producen eclipses solares todos los meses?

Incorporar distintos tipos de actividades en el Instrumento de Evaluación Diagnóstica, permite a los estudiantes fundamentar sus concepciones de diferentes formas, tanto por medio de sus dibujos, de las respuestas escritas o la selección de una alternativa que consideren

correcta. Este diseño permite analizar la consistencia de las respuestas de los estudiantes a través de los tres ítems, de esta forma, si el estudiante contesta las preguntas sobre un tema tal que sus respuestas sean concordantes con el conocimiento científico vigente se entenderá que ese alumno no tiene concepciones alternativas sobre ese tema. Por otra parte, si un estudiante contesta para cierto tema en algunas ocasiones expresando el conocimiento científico vigente y en otras no entonces se deduce que ese alumno si tiene concepciones alternativas sobre ese tema.

En otras palabras, para considerar que un estudiante no tiene concepciones alternativas en cada ocasión debe responder en concordancia con el conocimiento científico vigente. De otro modo cualquier otra respuesta evidenciará la concepción alternativa que tiene sobre el tema.

#### **4.3 Sujetos de Estudio y estrategias de recolección de datos.**

La aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica tomó lugar en dos establecimientos educacionales de la región metropolitana. En una primera instancia se realizó la primera aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica, a 33 estudiantes de séptimo año básico de un establecimiento educativo de la comuna de la Florida, el cual corresponde a un colegio de dependencia particular subvencionado. Esta aplicación permitió probar una primera versión del instrumento diseñado.

El segundo establecimiento en que fue aplicado el Instrumento corresponde a un colegio particular subvencionado perteneciente a la comuna de Estación Central de dependencia particular subvencionado. En este caso participaron 39 estudiantes, que corresponden a la totalidad de un curso de séptimo año básico.

La aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica fue pensada para ser realizada en una hora cronológica, incluyendo la presentación al grupo de estudiantes y la lectura de las instrucciones de la evaluación en voz alta.

Considerando que los sujetos de investigación son estudiantes menores de edad, previo a la aplicación se les envió un documento con consentimiento informado (véase anexo 2: Consentimiento informado) a los apoderados de los estudiantes, en donde se les explicó a grandes rasgos la investigación y la participación que sus pupilos tendrían en el desarrollo de la toma de datos. Los apoderados en su gran mayoría devolvieron el documento firmado.

#### 4.4 Estrategias de análisis de resultados

Además del desarrollo de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica, esta investigación tiene como objetivo establecer la validez asociada a dicho instrumento.

El concepto de validez fue inicialmente concebido como el grado en que un instrumento mide lo que pretende medir. Posteriormente en la década de los 90s, el enfoque se centra en el grado en que las inferencias desarrolladas a partir de los resultados obtenidos al aplicar el instrumento (en este caso el Instrumento de Evaluación Diagnóstica) son representativas del rasgo que se desea analizar de los sujetos de estudio. McMillan y Schumacher hacen referencia a la validez, desde la perspectiva cuantitativa, como el *“grado en que las deducciones realizadas sobre la base de puntuaciones numéricas resultan apropiadas, significativas y útiles”* (McMillan y Schumacher, 2005, p.215). Por otra parte, en el caso de las investigaciones cualitativas la validez se refiere al *“grado en que las explicaciones de los fenómenos determinan las realidades del mundo”* (McMillan y Schumacher, 2005, p.414).

La validez permite emitir un juicio de veracidad sobre las conclusiones obtenidas por medio de la investigación educativa, para ello se reconocen cuatro componentes principales de evidencia en una investigación (McMillan y Schumacher, 2005), estas son:

- Evidencia basada en las investigaciones afines: En este trabajo de seminario de grado se presentan evidencias en función de las investigaciones afines, con el objetivo de determinar si los resultados con el instrumento desarrollado se relacionan con los resultados obtenidos en otras investigaciones en el área. Esta evidencia se obtiene tanto por medio del marco teórico, como en el desarrollo del apartado 5.1 (Evidencia basada en investigaciones afines), en el cual se justifican cada uno de los enunciados de los ítems que componen el Instrumento de Evaluación Diagnóstica (selección múltiple, preguntas abiertas y actividades de dibujo).
- Evidencia basada en el contenido: Se recolectan evidencias para demostrar el grado en que los ítems o preguntas de la evaluación son representativos de algún universo apropiado o ámbito de contenidos o tareas (McMillan y Schumacher, 2005), es decir, refleja el grado en que la medición involucra los conceptos a medir. Para reunir evidencias basadas en el contenido se elaboró una encuesta de validación por opinión de expertos (ver anexo 4: Encuesta de Validación) y se solicitó a ocho docentes de Enseñanza Básica y Media (con al menos 5 años de ejercicio) que revisaran el

Instrumento de Evaluación Diagnóstica diseñado, para posteriormente contestar la encuesta. Se busca por medio de la opinión de los expertos, a través de una escala Likert, recoger información sobre el instrumento en lo referido a la redacción, la cantidad de conceptos por pregunta, el nivel de dificultad de las actividades y la pertinencia de las preguntas en consideración a los objetivos de aprendizaje de 1° y 3° año básico. Posteriormente, las opiniones obtenidas sobre el Instrumento de Evaluación serán representadas a través de la moda (estadística) y se señalarán algunos de los comentarios realizados por los docentes. Estas evidencias permitirán considerar algunos aspectos a modificar en el Instrumento de Evaluación Diagnóstica.

- Evidencia basada en los procesos de respuesta: Esta evidencia permite establecer si los procesos de respuesta utilizados por los estudiantes son acordes con la interpretación deseada. Para obtener esta evidencia se analizan las estrategias utilizadas por los sujetos de investigación para responder a las preguntas propuestas en el Instrumento de Evaluación Diagnóstica, ya sea por las respuestas a través de la alternativa E (preguntas del ítem I), la consistencia entre elección de personaje y dibujo para el ítem II (tanto en P.7 como en P.8), el porcentaje de respuestas omitidas y además se señalan algunas de las concepciones alternativas identificadas por el Instrumento.
- Evidencia basada en la estructura interna: Estas evidencias permiten determinar el grado en que los ítems y las partes de la evaluación son compatibles con la teoría correspondiente, es decir, aquellos ítems o preguntas que miden un tema en común deben estar fuertemente relacionados entre sí. En el caso del Instrumento de Evaluación Diagnóstica elaborado esta evidencia se obtiene al establecer la correlación, por medio de porcentajes, entre las respuestas a las preguntas que abordan un mismo tema (día y noche, estaciones del año, fases lunares, eclipses solares y lunares).

## Capítulo 5: Análisis de Evidencias y Validez

### 5.1 Evidencia basada en investigaciones afines

A continuación, se presenta la validación de constructo del Instrumento de Evaluación Diagnóstica diseñado, para cada una de las preguntas de los 3 ítems que la componen. Se justifican tanto los enunciados, como las concepciones alternativas que se pretende identificar.

#### Ítem I: Preguntas de selección múltiple

<b>Instrucciones:</b>
<i>Encierra en una circunferencia la letra de la alternativa que consideres que sea más acertada. En caso de que tu respuesta no se encuentre dentro de las alternativas, puedes seleccionar la alternativa (e) y escribir a continuación tu respuesta.</i>

El desarrollo de una evaluación diagnóstica por medio de preguntas de selección múltiple ha sido utilizado en variadas investigaciones enfocadas en la detección de concepciones alternativas (De Manuel, 1995; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013). En este caso, junto a la alternativa correcta (es decir, coherente con el saber científico) se presentan otras 3 alternativas que representan las concepciones alternativas recurrentes en los estudiantes (obtenidas a partir de las investigaciones consultadas), y una última alternativa que permite a los estudiantes puedan realizar su propia explicación (escribiéndola en un recuadro).

<b>Pregunta 1:</b>
<i>Cuando es de día: ¿dónde está la Luna?</i>  <i>a. Se encuentra tapada por el Sol.</i> <i>b. Frente a otro lugar del planeta, en donde sea de noche.</i> <i>c. Dependerá del ciclo lunar, a veces puede ser vista en el cielo de día.</i> <i>d. Está detrás de las montañas.</i> <i>e. Otra razón diferente, explícanos cuál:</i>

El enunciado de esta pregunta surge a partir del desarrollo de la actividad exploratoria, específicamente de la evaluación diagnóstica para primer año básico (*¿Has visto la Luna durante el día?*), y de la investigación realizada por Vilches y Ramos (2015) (*¿Dónde está la Luna durante el día?*). La modificación con respecto a la pregunta utilizada en la actividad exploratoria se basa en que daba lugar a respuestas del tipo cerradas (sí o no) sin justificación. Esta pregunta tiene como objetivo que el estudiante señale que sucede con la Luna cuando se hace de día.

Las alternativas propuestas (a, b y d) corresponden a distractores, a excepción de la alternativa c que representa el conocimiento científico vigente, a continuación se presenta la fundamentación de cada una.

- **(a) Se encuentra tapada por el sol:** corresponde a la concepción de que la luna se oculta detrás del Sol cuando es de día (Camino, 1995; Vega, 2001; Vilches y Ramos, 2015).
- **(b) Frente a otro lugar del planeta, en donde sea de noche:** hace alusión a la concepción alternativa que establece una relación entre la noche y la presencia de la Luna (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012).
- **(c) Dependerá del ciclo lunar, a veces puede ser vista en el cielo de día:** se basa en el modelo aceptado por la comunidad científica que establece que dependiendo de la fase en que se encuentre la Luna, variará el periodo visible de esta durante el día. Mientras la Luna llena puede ser vista de noche (de hecho, la Luna Llena se observa “saliendo” por el Este justo cuando el Sol se está “poniendo” por el Oeste), la Luna en creciente se ve durante el día (mientras el Sol aún está sobre el horizonte).
- **(d) Está detrás de las montañas:** corresponde a la concepción alternativa que relaciona la noche con la presencia de la Luna (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012), por lo que de día la Luna se oculta detrás de las montañas, para reaparecer luego de noche.

**Pregunta 2:**

*¿Cuándo termina un día y empieza otro?*

- Cuando la Tierra da una vuelta completa alrededor del Sol.*
- Cuando es la medianoche.*
- Cuando es el mediodía.*
- Cuando amanece y aparece el Sol.*
- Otra respuesta diferente, explícanos cuál*

El enunciado de esta pregunta es el mismo que el utilizado en el diagnóstico de primer año básico de la actividad exploratoria, y tiene como objetivo que los estudiantes identifiquen en qué momento se acaba un día y empieza el siguiente.

Las alternativas (a, c y d) corresponden a distractores, a excepción de la alternativa b que representa el conocimiento científico vigente, a continuación se presentan el fundamento de cada alternativa:

- **(a) Cuando la Tierra da una vuelta completa alrededor del Sol:** hace referencia a la concepción alternativa que relaciona el día y la noche con el movimiento de traslación terrestre (Camino, 1995; Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).
- **(b) Cuando es la medianoche:** corresponde a la concepción aceptada por la comunidad científica, puesto que por definición la medianoche corresponde a las 00:00 horas, es decir el término de un día y el inicio de otro.
- **(c) Cuando es el mediodía:** se presenta como un distractor en relación con la alternativa (b), ya que el mediodía corresponde a las 12:00 horas, es decir la mitad de un día. Esta alternativa es de diseño propio (original)
- **(d) Cuando amanece y aparece el Sol:** se basa en la concepción alternativa obtenida en la actividad exploratoria, la cual para esta misma pregunta tuvo como respuesta: “*Se termina la noche y empieza el día siguiente*”.

<b>Pregunta 3:</b>
<i>¿Habrá día y noche en Venus? ¿Por qué?</i> <i>a. Sí, porque Venus también gira alrededor del Sol.</i> <i>b. No, porque Venus no tiene Luna.</i> <i>c. No, porque Venus está más cerca del Sol y siempre es de día.</i> <i>d. Sí, porque Venus gira en torno a su eje.</i> <i>e. Otra respuesta diferente, explícanos cuál:</i>

Esta pregunta busca que el estudiante señale cuál es el factor que genera el día y la noche en un planeta. El enunciado se asemeja al utilizado por Camino (1995): “*¿Habrá día y*



*noche en Saturno?*”, sin embargo, la sustitución de Saturno por Venus se justifica porque este último no posee Luna, por lo que permite como respuesta la alternativa (b).

Las alternativas son presentadas a continuación con su respectivo fundamento:

- **(a) Sí, porque Venus también gira alrededor del Sol**, se basa en la concepción alternativa de que el día y la noche se producen por el movimiento de traslación del planeta (Camino, 1995; Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).
- **(b) No, porque Venus no tiene Luna**, se basa en la concepción alternativa que establece la relación entre la noche y la Luna (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012).
- **(c) No, porque Venus está más cerca del Sol y siempre es de día**, se basa en la concepción alternativa de que el día y la noche se deben a la cercanía o lejanía del planeta con respecto al Sol (Vega, 2001).
- **(d) Sí, porque Venus gira en torno a su eje**, se basa en el modelo aceptado por la comunidad científica, debido a que al igual que en la Tierra, es el movimiento de rotación de un planeta el que genera el día y la noche.

**Pregunta 4:**

*¿Por qué hace más calor en verano que en invierno?*

- Porque la Tierra se encuentra más cerca del Sol en verano.*
- Se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra.*
- Se debe al centro de la Tierra, que calienta más la zona del planeta en que es verano.*
- Porque el Sol se acerca más a la Tierra.*
- Otra razón diferente, explícanos cuál:*

Esta pregunta tiene como objetivo que los estudiantes señalen que explicación encuentran más coherente frente a la diferencia de temperatura entre ambas estaciones del año. El enunciado asemeja a las preguntas utilizadas por otros investigadores: “*Da una explicación de por qué en verano hace calor y en invierno hace frío*” (De Manuel, 1995); “*¿Por qué crees que hace más calor en verano que en invierno?*” (Vilches y Ramos, 2015); “*En Estonia hace calor en verano y frío en invierno; la temperatura es media durante el otoño y la*

primavera. Para que el clima sea similar a lo largo de las cuatro estaciones, ¿qué debería ser diferente de la Tierra?” (Kikas, 2004).

Las alternativas propuestas son presentadas a continuación junto con su fundamento:

- **(a) Porque la Tierra se encuentra más cerca del Sol en verano**, se relaciona con la concepción alternativa de que cuando la Tierra se encuentra más cerca del Sol la temperatura aumenta y es verano, mientras que cuando está más alejada de éste es invierno (De Manuel, 1995; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).
- **(b) Se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra**, corresponde a la concepción aceptada por la comunidad científica, que establece que es debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra, en conjunto con el movimiento de traslación de ésta con respecto al Sol, lo que produce mayor flujo de energía en verano que en invierno, produciendo las estaciones del año, con sus diferencias de temperatura.
- **(c) Se debe al centro de la Tierra, que calienta más la zona del planeta en que es verano**, corresponde a un distractor, que surge a partir de la concepción de que el centro de la Tierra se encuentra a elevadas temperaturas, en donde la concepción alternativa surge al enlazar este calor interno del planeta con el calor que se siente en verano. Esta alternativa es de elaboración propia.
- **(d) Porque el Sol se acerca más a la Tierra**, hace alusión a la concepción alternativa que establece que la cercanía entre el Sol y la Tierra producen el verano y la lejanía el invierno (De Manuel, 1995; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013), sin embargo, a diferencia de la alternativa (a), se presenta desde una perspectiva geocentrista, en donde la Tierra permanece fija, mientras es el Sol el que se mueve alrededor de ella.

**Pregunta 5:**

*Si estuvieses en la Luna, mirando hacia la Tierra. ¿Le verías fases a la Tierra de igual forma que ves fases lunares?*

- No, porque la Tierra es mucho más grande que la Luna.*
- Sí, porque la luz solar también llega a la Tierra.*
- No, porque las fases lunares dependen de la sombra de la Tierra.*
- Sí, porque la Luna tapanía la luz del Sol.*
- Otra respuesta diferente, explícanos cuál:*

El enunciado de esta pregunta se basa en el fenómeno de las fases lunares, y se enfoca en las condiciones que se deben cumplir para que sea posible observar fases a un objeto celeste. Este enunciado se asemeja a la pregunta utilizada por Camino (1995): “¿Se te ocurre si desde la Luna le ves fases a la Tierra?” y a la actividad propuesta por Gil y Martínez (2005): “¿Qué fase de la Tierra vería un astronauta que se encontrase en la Luna durante la Luna nueva? ¿Y en la Luna llena? Justifícalo utilizando dibujos”.

Las alternativas propuestas son presentadas a continuación junto con su respectivo fundamento:

- **(a) No, porque la Tierra es mucho más grande que la Luna**, se basa implícitamente en la concepción alternativa de que la sombra de la Tierra tapa a la Luna para producir las fases lunares (Camino, 1995; Kriner, 2004; Gil y Martínez, 2005; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013), por lo que, al ser la Luna más pequeña, no produciría fases a la Tierra.
- **(b) Sí, porque la luz solar también llega a la Tierra**, corresponde a la concepción aceptada por la comunidad científica, debido a que el fenómeno de las fases lunares depende principalmente de la luz solar, lo cual junto con el lugar desde el que se observa la Tierra permitiría observar fases terrestres.
- **(c) No, porque las fases lunares dependen de la sombra de la Tierra**, se basa en la concepción alternativa de que las fases lunares se producen por la sombra de la Tierra (Camino, 1995; Kriner, 2004; Gil y Martínez, 2005; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).
- **(d) Sí, porque la Luna tapanía la luz del Sol**, al igual que las alternativas (a) y (c) se basa en la concepción alternativa de que las fases lunares se producen por la sombra de la Tierra (Camino, 1995; Kriner, 2004; Gil y Martínez, 2005; Delgado y Cubilla, 2012; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013), sin embargo en esta alternativa se alude a la sombra de la Luna, como causante de las fases terrestres.

**Pregunta 6:**

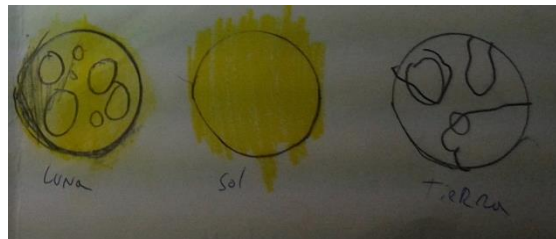
*¿Por qué se producen los eclipses lunares?*

- a. *El Sol tapa a la Luna.*
- b. *La Luna pasa por sombra de la Tierra.*
- c. *Las nubes ocultan la Luna.*
- d. *La sombra de la Luna tapa a la Tierra.*
- e. *Otra razón diferente, explícanos cuál:*

El enunciado de esta pregunta busca que los estudiantes señalen cual es la causa de los eclipses lunares, guarda semejanza con las preguntas utilizadas en las investigaciones de Delgado y Cubilla (2012), Varela, Pérez, Serrallé, y Arias (2013) presentadas a continuación: “Las fases de la Luna son un fenómeno producido por” (Delgado y Cubilla, 2012) y “¿Qué causa las fases de la Luna?” (Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).

Las alternativas propuestas son presentadas a continuación junto con su fundamento:

- **(a) El Sol tapa a la Luna**, se refiere a la concepción alternativa de que es el Sol quien tapa a la Luna en un eclipse lunar, esta concepción alternativa fue detectada en la actividad exploratoria de tercer año básico, en que se solicitó a los estudiantes dibujar un eclipse lunar y que se presenta en la figura 5.1:



**Figura 5.1:** Dibujo en el cual se representa al Sol ubicado entre la Luna y la Tierra

- **(b) La Luna pasa por la sombra de la Tierra**, corresponde a la concepción aceptada por la comunidad científica, puesto que el eclipse Lunar se define como el paso de la Luna a través de la sombra de la Tierra.
- **(c) Las nubes ocultan la Luna**, refleja la concepción alternativa de que en un eclipse lunar, las nubes ocultan a la Luna (Kriner, 2004; Delgado y Cubilla, 2012).

- **(d) La sombra de la Luna tapa a la Tierra**, esta alternativa se presenta como un distractor, ya que se asemeja a la situación de un eclipse de Sol.

## Ítem II: Actividades de dibujos

### Instrucciones:

*Para las siguientes actividades se te pedirá dibujar. Cualquier aclaración que permita entender mejor tu dibujo escríbela en el mismo recuadro.*

Para la detección de concepciones alternativas algunos investigadores han utilizado la interpretación de los dibujos de los estudiantes (Vega, 2001; Gíl y Martínez, 2005; Yu, Sahami, y Denn, 2010; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012). El dibujo como herramienta de diagnóstico tiene singular relevancia, puesto que permite la interpretación de diversos factores que los estudiantes utilizan para responder a la actividad propuesta por medio de su dibujo. Jiménez y Martínez (2011) ven el dibujo como una “*opción ilimitada de interpretación y nos da cuenta de los procesos cognitivos, culturales y afectivos a los cuales una persona recurre para ordenar y dar forma en un soporte limitante (hoja de papel, cuaderno, pared, cuadro) los elementos simbólicos que representarán su visión de lo que se le pide*” (Jiménez y Martínez, 2011, pág. 25)

### Actividad 7:

*En un debate entre 5 amigos, se planteó la pregunta ¿Por qué se produce el día y la noche?, para la que cada amigo tenía una teoría propia:*

**Simón** propuso que de día el Sol está más cerca de la Tierra, mientras que de noche el Sol se aleja.

**Cristina** por su parte señaló que de noche el Sol se oculta detrás de la Luna, mientras que de día es al revés.

**Diego** expresó que en el Universo, la Tierra se encuentra en el centro entre la Luna y el Sol, y que con la Tierra girando se producía el día y la noche.

**Alex** señaló que cuando aparecía la Luna, se hacía de noche, mientras que cuando la Luna se va del cielo, se hace de día.

**Violeta** consideró que el movimiento de la Tierra, de rotación sobre sí misma producía el día y la noche.

¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_

A continuación, dibuja el modelo de quien consideres que está en lo correcto.

El enunciado de esta actividad se basa en la pregunta ¿Por qué se produce el día y la noche?, de manera que, al presentar distintas visiones de 5 personajes para responder esta pregunta, el estudiante realice el dibujo de aquella visión que le parezca más acertada. Esta actividad se asemeja a las realizadas por otros investigadores como Vega (2001): *“En un cierto lugar es de día y en otro de noche. Intenta mostrar cómo se hace de noche en el sitio que es de día y de día en donde es de noche. Si tienes muchas dificultades para dibujar esta situación puedes completarla mediante una explicación escrita”*; Delgado y Cubilla (2012): *“¿A qué se debe la alternancia del día y la noche?”*; Galperin, Raviolo, Señorans y Prieto (2012): *“¿Cómo explicarías el fenómeno del día y la noche a través de un dibujo? Podés ayudarte escribiendo un texto”*; y la de Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013): *“¿Qué causa el día y la noche?”*.

La opinión de cada amigo refleja una concepción alternativa, a excepción de Violeta que señala la concepción aceptada por la comunidad científica.

- Simón presenta la concepción alternativa de que el día y la noche se producen por la cercanía o lejanía de la Tierra al Sol (Vega, 2001).
- Cristina presenta la concepción alternativa de que de noche el Sol se oculta detrás de la Luna, mientras que de día es la Luna la que se oculta detrás del Sol (Camino, 1995; Vega, 2001; Vilches y Ramos, 2015).
- Diego presenta la concepción alternativa relacionada a la visión geocentrista, con la Tierra al centro del Universo (visión geocentrista), con el Sol y la Luna estáticos. De manera que con el movimiento de rotación terrestre se produce el día (en el cual sería visible el Sol) y la noche (en la cual sería visible la Luna) (Camino, 1995; Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012).
- Alex presenta la concepción alternativa que atribuye la presencia de la Luna a la noche y la presencia del Sol al día (Galperin, Raviolo, Señorans, y Prieto, 2012).
- Violeta presenta la concepción aceptada por la comunidad científica, al señalar que es el movimiento de rotación terrestre sobre su eje el que produce el día y la noche.

**Actividad 8:**

*El mismo grupo de amigos, conversó sobre las causas de las estaciones del año, para lo que cada uno expuso sus ideas:*

**Simón** propuso que cuando es verano la Tierra está más cerca del Sol, mientras que en invierno la Tierra está más lejos.

**Cristina** piensa que la rotación de la Tierra es la que genera las estaciones del año.

**Diego** cree que los polos terrestres (la Antártida y el Ártico) son los responsables de que haya invierno todos los años.

**Alex** señaló que la inclinación del eje de rotación terrestre permite que en verano los rayos del Sol lleguen más directos.

**Violeta** consideró que las estaciones son producidas por las corrientes oceánicas y las marejadas.

*¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_*

*A continuación, dibuja la explicación que consideres correcta:*

De manera similar a la actividad anterior, se presenta el grupo de 5 amigos que discuten sobre una pregunta específica. En este caso se basa en la causa de las estaciones del año, se espera que los estudiantes escojan y dibujen el argumento de uno de los cinco personajes que se le presentan para responder esta pregunta. El enunciado se asemeja a las preguntas utilizadas por camino (1995): “¿Cómo haces para explicar las estaciones?”; Vega (2001): “Mediante un dibujo y las aclaraciones escritas que creas conveniente hacer, explica cómo se suceden las estaciones”; Delgado y Cubilla (2012): “Las diferentes estaciones del año, con sus climas y temperaturas característicos, son producto de”; Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013): “Las diferentes estaciones que experimentamos todos los años se deben a...”.

La opinión de cada amigo refleja una concepción alternativa, a excepción de Diego que señala la concepción aceptada por la comunidad científica.

Simón presenta la concepción alternativa de que las estaciones del año se producen por la cercanía o lejanía de la Tierra al Sol (De Manuel, 1995; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013).

Cristina presenta la concepción alternativa de que las estaciones del año son producidas por la rotación de la Tierra (De Manuel, 1995; Gil y Martínez, 2005).

Diego presenta un distractor, que alude a la presencia de los polos terrestres, los cuales producen los inviernos al encontrarse a menores temperaturas.

Alex presenta la concepción aceptada por la comunidad científica, al establecer que es la inclinación del eje de rotación terrestre y la dirección de los rayos solares el que produce las estaciones del año.

Violeta presenta un distractor, que asocia la causa de las estaciones del año son producidas por las corrientes oceánicas y por las marejadas.

<b>Actividad 9:</b>
---------------------

<i>Dibuja en las casillas las cuatro fases lunares y escribe sus respectivos nombres en el espacio de abajo.</i>
--

Esta actividad proviene de la actividad exploratoria de tercer año básico, en la cual se solicitó a los estudiantes que nombraran las fases Lunares. Los resultados evidenciaron que los estudiantes no conocen todas las fases (por ejemplo, nombraron medialuna a la fase cuarto creciente o cuarto menguante), por lo que además se propuso que las dibujaran, para obtener mayor información a partir de la respuesta.

<b>Actividad 10:</b>
----------------------

<i>Explica por medio de un dibujo cómo se producen las fases lunares.</i>
---

Esta actividad proviene de la Evaluación de diagnóstico exploratoria de tercer año básico en la que se les preguntó a los estudiantes: “¿Cómo se producen las fases Lunares?”. Debido a que las respuestas no fueron muy elaboradas de parte de los estudiantes, se les solicitó que realizaran un dibujo. Esta actividad se asemeja a las realizadas por Gil y Martínez (2005): “Realiza un esquema de la situación Sol-Tierra-Luna señalando sus movimientos relativos de manera que se justifiquen las fases de la Luna”.

<b>Actividad 11:</b>
----------------------

<i>Dibuja al Sol, la Tierra y la Luna en sus posiciones durante un eclipse solar.</i>
---

El enunciado de esta actividad busca que los estudiantes dibujen cómo se produce un eclipse solar. Esta actividad se basa principalmente en la actividad exploratoria de tercer año



básico, en donde se les solicitó a los estudiantes dibujar un eclipse Lunar, pero en algunas respuestas se evidenció que los estudiantes confunden los eclipses Lunares con los eclipses solares, por lo tanto, se les presentaron ambos casos por separado en esta evaluación.

### Ítem III: Preguntas abiertas

<b>Instrucciones:</b>
-----------------------

<i>Para las siguientes preguntas debes escribir tu respuesta en el recuadro correspondiente.</i>
--

La utilización de preguntas abiertas para la detección de concepciones alternativas ha sido utilizada por diversos investigadores (Camino, 1995; De Manuel, 1995; Vega, 2001; Delgado y Cubilla, 2012; Vilches y Ramos, 2015). La ventaja de utilizar preguntas abiertas es que permiten conocer la narrativa que utiliza el estudiante y como relaciona sus concepciones para construir la respuesta.

<b>Pregunta 12:</b>
---------------------

<i>Cuando en Chile continental es de noche, en China es de día: ¿Por qué sucede esto?</i>
---

Esta pregunta se basa en el fenómeno de que, en un mismo instante es de día en una zona del planeta mientras en la otra es de noche. Para ello se hace referencia a nuestros antípodas, es decir a quienes se encuentran en el lado opuesto de la Tierra. Esta pregunta se relaciona con la utilizada por Vega (2001): “*En un cierto lugar es de día y en otro de noche. Intenta mostrar cómo se hace de noche en el sitio que es de día y de día en donde es de noche*”.

<b>Pregunta 13:</b>
---------------------

<i>Marcela planea realizar un viaje a Francia en sus vacaciones de verano y al preparar su mochila guarda ropa de verano. Sin embargo, un amigo que ya había visitado Francia le señala que debe llevar ropa de invierno, porque cuando en Chile es verano en Francia es invierno. ¿Por qué crees que cuando en el hemisferio sur es verano, en el hemisferio norte es invierno?</i>
--

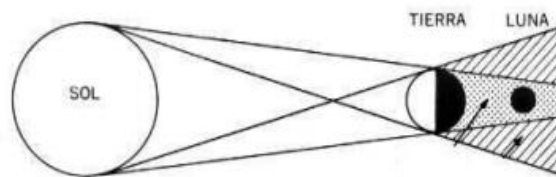
El objetivo de esta pregunta está en la justificación de las diferentes estaciones del año, con respecto a la zona geográfica (a su latitud). Para ello se presenta el caso de un personaje del hemisferio sur, que viajará en sus vacaciones de verano a Francia (ubicada en el hemisferio norte). Esta pregunta se asemeja a las realizadas por De Manuel (1995): “*En Australia*

(hemisferio sur) mucha gente celebra las navidades bañándose en la playa. Explica por qué en el hemisferio sur es verano cuando en el hemisferio norte (nosotros) es invierno”; Vega (2001): “Nuestros antípodas, es decir los que viven en el lado opuesto de la Tierra, están en Australia, en el hemisferio sur. ¿Será allí una noche de verano también? Explícalo”; Gil y Martínez (2005): “¿Por qué, cuando en el hemisferio norte es invierno, en el sur es verano? Explícalo, utilizando algún esquema”.

**Pregunta 14:**

*¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que se produzca un eclipse Lunar? ¿Por qué?*

Esta pregunta se basa en la concepción alternativa que establece una confusión entre los fenómenos de eclipses y de fases Lunares (Gíl y Martínez, 2005; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013) y en la confusión entre los eclipses Lunares y solares, constatada en la actividad exploratoria de tercer año básico, en la cual se le solicitó a los estudiantes dibujar un eclipse Lunar, y cuyas respuestas, en dos casos, correspondieron al dibujo de un eclipse solar. Esta pregunta se asemeja a su vez a la utilizada por Delgado y Cubilla (2012): *Observa el dibujo (figura 5.2). ¿Qué es? ¿Cuándo se produce? Explica tu respuesta.*



**Figura 5.2:** Dibujo de un eclipse Lunar utilizado por Delgado y Cubilla (2012)

**Pregunta 15:**

*¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que ocurra un eclipse solar?*

Esta pregunta, al igual que la actividad 14, se basa en la concepción alternativa que confunde los fenómenos de eclipses y de fases lunares (Gíl y Martínez, 2005; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013). Además, se asemeja a la pregunta de selección múltiple utilizada por Varela, Pérez, Serrallé y Arias (2013): “Para que ocurra un eclipse total de Sol, ¿En qué fase debe estar la Luna?”

<b>Pregunta 16</b>
--------------------

<i>¿Por qué no se producen eclipses solares todos los meses?</i>
--

Esta pregunta se basa en la concepción alternativa que confunde los fenómenos de eclipses y de fases Lunares (Gíl y Martínez, 2005; Varela, Pérez, Serrallé, y Arias, 2013). Esta pregunta es de elaboración propia.

### **5.2 Evidencia basada en el contenido**

La evidencia basada en el contenido se obtuvo a través de una encuesta de validación, la cual fue contestada por ocho expertos y se realizó con el objetivo de conocer la valoración de estos frente a los indicadores definidos para la evaluación. Seis de estos expertos corresponden a docentes de enseñanza básica y dos a docentes de física y matemáticas de enseñanza media. Además la mayoría de los encuestados trabajan en establecimientos particulares subvencionados (siete profesores) a excepción de uno que ejerce en un establecimiento municipal. Es relevante que solo dos expertos poseen estudios de postgrado en educación; solo cinco declararon haber enseñado contenidos de ciencias de la Tierra y el Universo en los últimos cinco años; y los años de experiencia promedio de los docentes encuestados es once años.

Los indicadores propuestos en la encuesta, tipo escala Likert, consideraba cinco valoraciones (5: totalmente en desacuerdo, 4: en desacuerdo, 3: ni acuerdo ni en desacuerdo, 2: en acuerdo y 1: totalmente de acuerdo). A continuación se presentará la moda (valoración con mayor frecuencia) en las respuestas de los expertos para los indicadores de cada ítem.

## Ítem I

Las valoraciones de los expertos para el Ítem I se muestran en la Tabla 5.1.

Indicador	Valoración moda
La redacción de las preguntas de este ítem es clara y entendible.	1
Cada pregunta se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).	1
La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de séptimo año básico	1 y 2
Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)	1
Para un docente es fácil identificar la alternativa en concordancia con el conocimiento científico	2
Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.	1

Como se desprende de los resultados presentados en la Tabla 5.1, la mayoría de las opiniones con respecto a los indicadores propuestos se obtienen valoraciones “completamente de acuerdo” y “de acuerdo”. Es decir, los expertos encuestados consideran que, en lo que respecta a las preguntas de selección múltiple, la redacción, la exclusividad de conceptos por pregunta, la pertinencia de la evaluación para el nivel escogido, la concordancia con el currículo nacional y la veracidad de los distractores escogidos se evidencian claramente en el instrumento. Así mismo, los expertos vez están de acuerdo con que un docente pueda identificar fácilmente la alternativa que este en concordancia con el conocimiento científico, así como con la pertinencia del grado de dificultad de la evaluación para el nivel escogido. Entre los comentarios realizados, uno de los docentes escribió que “las preguntas del Ítem I son más apropiadas para tercero básico y muy amables para un séptimo. Y son pertinentes para el grado de dificultad creciente de la prueba”, lo que concuerda con el diseño del Instrumento en el sentido que contempla objetivos de aprendizaje de primero y tercero básico, pero con la intención de aplicarlo en séptimo básico.

## Ítem II

En la Tabla 5.2 se presentan la moda para la valoración realizada por los expertos de los indicadores referentes a este Ítem.

<b>Tabla 5.2: Moda de las valoraciones para cada indicador de actividades de dibujo</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Valoración moda</b>
La redacción de las actividades de este ítem es clara y entendible.	1
Cada actividad se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).	1
La dificultad de las actividades de este ítem es apropiada para el curso de séptimo año básico	1 y 2
Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)	1
El espacio dedicado a la respuesta es apropiado al dibujo solicitado en la actividad	2
En las actividades 7 y 8 los modelos de los personajes son distinguibles y se diferencian claramente	2

De la Tabla 5.2 se evidencia que los docentes utilizaron las valoraciones “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo” para los indicadores de este ítem. La mayoría de los docentes están totalmente de acuerdo con que el ítem presenta claridad de la redacción de las actividades, exclusividad de pregunta por concepto, dificultad adecuada de las actividades con respecto al nivel de séptimo básico, y la concordancia con los objetivos de aprendizaje de los niveles de primero y tercero básico. Los indicadores cuya moda corresponde a la valoración “de acuerdo” se refieren al espacio asignado para que los estudiantes dibujen, así como la clara diferenciación entre los modelos de los personajes de las actividades 7 y 8, y la dificultad adecuada de las actividades con respecto al nivel de séptimo básico. Uno de los comentarios escritos por los docentes referido a este ítem es: “*se debería de mejorar las indicaciones de los dibujos para que quede más claro el propósito de la actividad*”, cabe señalar que dar mayor detalle en las instrucciones podrían entorpecer la expresión de la concepción alternativa del estudiante.

### **Ítem III**

En la Tabla 5.3 se presentan la moda para la valoración realizada por los expertos de los indicadores referentes a este ítem.

<b>Tabla 5.3: Moda de las valoraciones para cada indicador de preguntas abiertas</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Valoración moda</b>
La redacción de las preguntas de este ítem es clara y entendible.	1
Cada pregunta se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).	1
La dificultad de las preguntas es apropiada para el curso de séptimo año básico	2
Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)	1
El espacio dedicado a la respuesta es apropiado	1

A partir de la Tabla 5.3 se evidencia que la mayoría de las valoraciones entregadas corresponden a “totalmente de acuerdo”, esto se traduce en que de los expertos encuestados expresan total acuerdo con respecto a la pertinencia de la redacción de las preguntas, la exclusividad de conceptos por pregunta, la concordancia con los objetivos de aprendizaje de los niveles de primero y tercero básico y el espacio señalado para las respuestas. Por otra parte, el indicador relacionado a la dificultad de las preguntas con respecto a estudiantes de séptimo año básico, fue principalmente valorado como “de acuerdo”. Cabe señalar que entre las recomendaciones de los docentes, un experto consideró que el espacio en blanco para las respuestas no es adecuado, proponiendo el uso de líneas punteadas, en general el cuadro de texto presenta mayor posibilidad que el estudiante adecúe el tamaño de su letra al recuadro en cambio la separación del interlineado obliga al estudiante a usar un solo tamaño.

Las valoraciones realizadas por los expertos son tal alta que no contribuyen en el sentido de señalar algún tipo de modificación a realizar.

### **5.3 Evidencia basada en los procesos de respuesta**

En este apartado se presentan los resultados de la aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica a través de las respuestas de los estudiantes, organizadas en los ítems que componen este instrumento. Así mismo, se presentarán los análisis de las respuestas con respecto a las concepciones alternativas y al conocimiento científico vigente, y se examinarán los patrones de respuestas de los estudiantes para determinar la evidencia basada en sus procesos de respuesta.

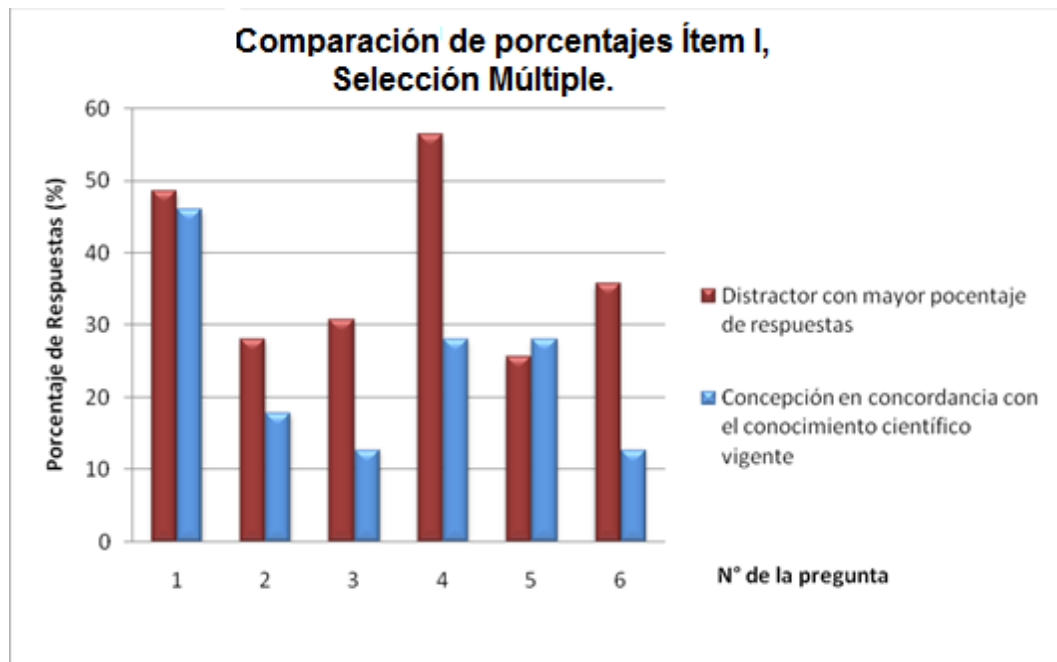
#### **5.3.1 Resultados y análisis del Ítem I (Preguntas de Selección Múltiple).v**

Las respuestas a las seis preguntas de Selección Múltiple se presentan en la Tabla 5.4 según el porcentaje obtenido por cada alternativa.

<b>Tabla 5.4:</b> Porcentaje de respuestas para las preguntas de Selección Múltiple.						
	Pregunta 1 (%)	Pregunta 2 (%)	Pregunta 3 (%)	Pregunta 4 (%)	Pregunta 5 (%)	Pregunta 6 (%)
Alternativa A	2,6	28,2	30,8	56,4	17,9	35,8
Alternativa B	48,7	17,9	30,8	28,2	28,2	12,8
Alternativa C	46,1	7,8	17,9	5,1	25,7	0
Alternativa D	0	12,8	12,8	5,1	7,8	28,2
Alternativa E	2,6	33,3	5,1	2,6	10,2	23,2
Omite	0	0	2,6	2,6	10,2	0

- N° Total de estudiantes que rindieron la prueba: 39  
 - La alternativa en concordancia con el conocimiento científico vigente está marcada con color verde para cada pregunta.

A partir de los datos de la Tabla 5.4 se extrae la información para la figura 5.3, en el cual se presenta para cada una de las seis preguntas el porcentaje de la alternativa correcta (la que está en concordancia con el conocimiento científico vigente) y del distractor que obtuvo mayor porcentaje de selección.



**Figura 5.3:** gráfico de porcentajes comparados de respuestas a preguntas selección múltiple

Analizando la información de la Tabla 5.4 se evidencia que en cinco de las seis preguntas de este ítem, por lo menos un 70% de los estudiantes no seleccionaron la concepción en concordancia con el conocimiento científico vigente (sólo dos alternativas alcanzaron un 28,2 %). A partir del gráfico de la figura 5.3 se evidencia que tanto en la pregunta 1 y 5 las concepciones en concordancia con el conocimiento científico vigente (el ciclo lunar determina si la Luna es visible de día, y las fases, tanto planetarias como lunares, son producidas por la luz solar y dependen del observador respectivamente) y los distractores (la Luna solo puede ser vista de noche, y las fases lunares son causadas por la sombra de la Tierra respectivamente) tienen valores comparables entre sí, con diferencias de 2,5 % aproximadamente.

En cambio, las demás preguntas (P.2, P.3, P.4 y P.6) muestran claramente predominancia de distractores, en el caso de la pregunta 2, la concepción alternativa con mayor porcentaje de respuestas es la que establece que el día depende del movimiento de traslación de la Tierra, para la pregunta 3 son dos las concepciones predominantes, la primera es que el día y la noche de Venus también dependen del movimiento de traslación y que la noche depende de la presencia de la Luna, en el caso de la pregunta 4, se asocia la cercanía y lejanía al sol como las causas de las estaciones del año, mientras que en la pregunta 6 se señala como causa de los eclipses lunares a que el Sol tape a la Luna. En estos casos las diferencias de porcentajes de respuestas mínimas entre la concepción concordante con el conocimiento científico vigente y los distractores es de un 10% y la diferencia máxima es de un 28,2%, por lo tanto, en estas preguntas los distractores son significativamente superiores con respecto a la alternativa correcta. Un ejemplo sobre la presencia del distractor es que en el mejor de los casos (pregunta 5) donde la concepción concordante es la mayoría (28,2 %) el distractor fue de un 25%, es decir, un cuarto de la muestra.

Debido a que las preguntas de este ítem consideran una alternativa donde los estudiantes pueden responder con sus propias palabras, se presentan en la Tabla 5.5 la cantidad de alternativas E por cada pregunta del ítem I, además del porcentaje de estudiantes del total de sujetos a quienes se aplicó la evaluación.



<b>Tabla 5.5: Alternativas E por cada pregunta del Ítem I</b>		
Pregunta	Número de estudiantes que seleccionaron la alternativa E	Porcentaje (%)
1	0	0
2	13	33,3
3	2	5,1
4	2	5,1
5	3	7,7
6	10	25,6

Como se desprende de la Tabla 5.5, dos preguntas registraron una cantidad significativa de respuestas por medio de la alternativa E, estas son las preguntas 2 y 6. En la Tabla 5.6 se presenta el detalle de respuestas escritas por los estudiantes a estas preguntas.

<b>Tabla 5.6: Detalle de respuestas alternativa E preguntas 2 y 6</b>			
Pregunta	Respuestas por medio de la alternativa E	Número de respuestas por medio de la alternativa E	Porcentaje de respuestas respecto al curso (%)
Pregunta 2	La tierra gira en su propio eje	8	20,5
	Cuando son las 00:00 horas	2	5,1
	Después de 24 horas	1	2,6
	Cuando la Luna tapa al Sol	1	2,6
	Gira lentamente	1	2,6
Pregunta 6	La Luna tapa al Sol	8	20,5
	La Luna tapa una parte del Sol	1	2,6
	El sol se cruza con la Luna	1	2,6

A partir de la información obtenida por medio de las respuestas usando la alternativa E, se reconoce en primera instancia que en la pregunta 2, las alternativas propuestas no son verosímiles para una parte importante de los estudiantes (alrededor de un 25,6% respondió correctamente usando sus propias palabras). Por otra parte, para la pregunta 6, la concepción alternativa que señala que la Luna tapa al Sol en un eclipse lunar, fue escogida por un 20,5% de los estudiantes, a diferencia de la alternativa C propuesta en esa pregunta que como distractor no fue seleccionado por ningún estudiante.

### 5.3.2 Resultados y análisis Ítem II (Actividades de Dibujo)

El segundo ítem se compone de actividades de dibujo, donde en las dos primeras preguntas se solicita que el estudiante seleccione una de las concepciones que plantean cinco personajes, cada uno exponiendo explicaciones distintas a la causa del día y la noche (P.7) y las estaciones del año (P.8), posterior a la elección, se le solicita que dibuje el modelo escogido; en la pregunta 9 se les pide que dibujen las fases lunares y escriban sus respectivos nombres. Para finalizar los estudiantes deben dibujar un esquema para explicar las causas de las fases lunares (pregunta 10) y la disposición del sistema Tierra-Sol-Luna para que ocurra un eclipse solar (pregunta 11).

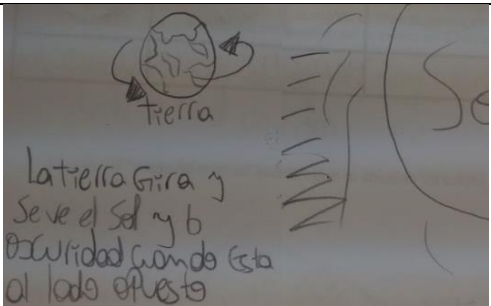
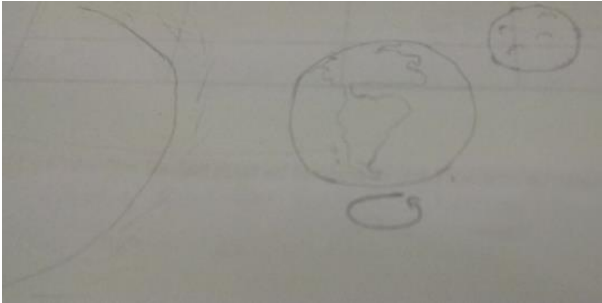
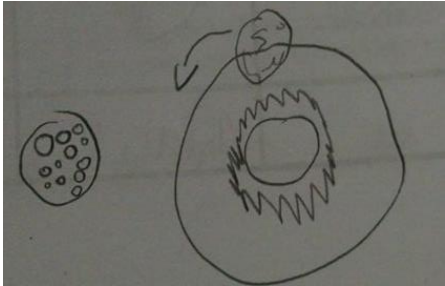
La presentación de los resultados para las preguntas 7 y 8 será separando las fases que componen las preguntas: en la primera fase el estudiante debe seleccionar el nombre de uno de los personajes que expone un modelo o explicación sobre las causas del día y la noche y las estaciones del año; en la segunda fase el estudiante debe dibujar el modelo del personaje que escogió. En la Tabla 5.7 se presentan los porcentajes de respuestas de los estudiantes de la primera fase de las preguntas 7 y 8.

Modelo	Pregunta 7 (%)	Pregunta 8(%)
Violeta	76,9	2,5
Diego	17,9	7,6
Alex	2,6	43,5
Simón	2,6	33,5
Cristina	0	2,5
No responde	0	10,25

- N° total de estudiantes que rindieron la prueba: 39
- El modelo en concordancia con el conocimiento científico está marcado con color verde para cada pregunta.

En ambas preguntas la mayoría de los estudiantes seleccionaron la alternativa que están en concordancia con el conocimiento científico vigente, sin embargo, cuando se analizan los dibujos se encuentran algunas inconsistencias. En la Tabla 5.3 se muestran ejemplos de los dibujos realizados por los estudiantes en la segunda fase de las preguntas 7 y en la Tabla 5.4 los ejemplos correspondientes a la pregunta 8, donde los estudiantes a pesar de seleccionar la alternativa correcta, dibujaron esquemas que no corresponden a lo expresado en esa alternativa.

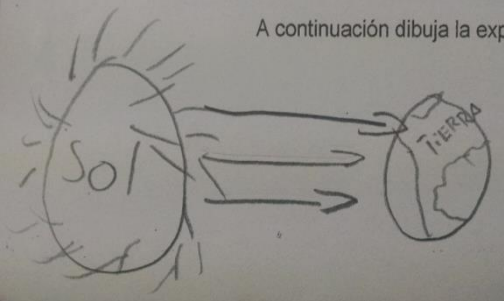
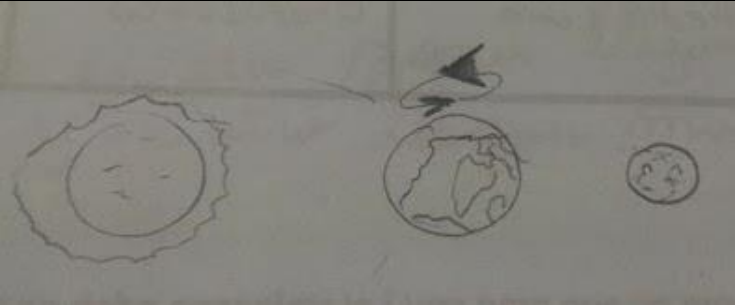
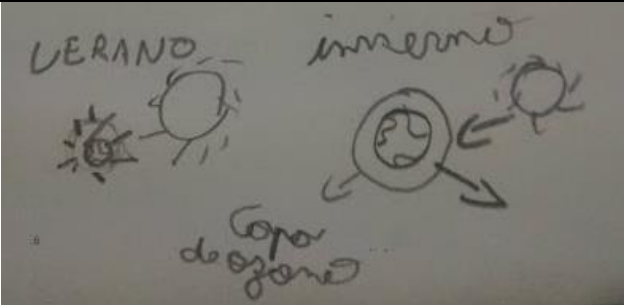
**Pregunta n°7:** De los estudiantes que seleccionaron el modelo en concordancia con el conocimiento científico vigente (Violeta), se pueden establecer tres categorías de dibujos: En la categoría 1 se consideran todos aquellos dibujos de los estudiantes que tienen los elementos mínimos para representar el modelo de Violeta, es decir dibujar el Sol y la Tierra, el movimiento de rotación de la Tierra y especificar que los rayos iluminan la cara que esta de frente al Sol; la categoría 2 corresponde a los dibujos que representan el modelo de Diego, el cual consiste en la ubicación opuesta del Sol y la Luna, la Tierra se ubica en la mitad de las posiciones y al girar una cara da al Sol y es de día, en cambio, la otra cara da a la Luna y es de noche; la categoría 3 considera el dibujo que no tiene ninguno de los criterios básico para la explicación de la causa del día y la noche, un ejemplo de esto sería un dibujo en el cual solo este la Tierra, o un objeto redondo sin especificar. En la tabla 5.8 se muestran ejemplos de dibujos por cada una de las categorías.

<b>Tabla 5.8:</b> Ejemplos de dibujos de los estudiantes que seleccionaron el modelo de Violeta.	
<b>P.7:</b> ¿Por qué se produce el día y la noche?	
Violeta consideró que el movimiento de la Tierra, de rotación sobre sí misma producía el día y la noche.	
El criterio de evaluación del dibujo requiere la presencia del Sol y la Tierra, la Tierra girando sobre su eje (requisitos mínimos), y la Luna en algún lugar orbitando alrededor de la Tierra (opcional).	
Categoría 1	 <p><b>Figura 5.4:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 1</p>
Categoría 2	 <p><b>Figura 5.5:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 2</p>
Categoría 3	 <p><b>Figura 5.6:</b> Dibujo modelo de Violeta categoría 3</p>

De los treinta estudiantes que escogieron el modelo de Violeta, sólo catorce (35,8 %) tienen dibujos que pertenecen a la categoría 1, doce de ellos pertenecen a la categoría 2 y cuatro a la categoría 3. Por lo tanto, un 35,8 % del curso consideran la rotación terrestre (concepción en concordancia con el conocimiento científico vigente) como la causa del día y la noche, y son capaces de explicarla a través de un modelo (dibujo).

**Pregunta n° 8:** Al igual que en la pregunta P.7, los dibujos de los estudiantes que escogieron el modelo en concordancia con el conocimiento científico vigente (Alex) fueron separados en categorías: En la categoría 1, se consideran los dibujos que representan el Sol y la Tierra, los rayos solares llegando en distintos ángulos y la inclinación del eje terrestre. En la categoría 2 se pueden considerar aquellos estudiantes que dibujaron el modelo de Cristina (el cual considera que las estaciones del año son causadas por la rotación de la Tierra, entre el Sol y la Luna, y estos están en posiciones opuestas). Finalmente, la categoría 3, considera los dibujos de los estudiantes que no cumplen los criterios mínimos para explicar las estaciones o tienen modelos que no corresponden a ninguno de los modelos expuestos, por ejemplo, considerar que la capa de ozono es la responsable del invierno. En la Tabla 5.9 se muestran algunos de los dibujos de cada una de las categorías.

De los diecisiete estudiantes que escogieron la explicación científica para la causa de las estaciones del año, tres lograron dibujar el modelo correctamente, tres dibujaron el modelo de Cristina y once presentaron inconsistencias en sus dibujos. Por lo tanto, sólo un 7,6 % del curso consideran la inclinación del eje de rotación y la incidencia de los rayos solares (concepción en concordancia con el conocimiento científico vigente) como la causa de las estaciones del año, y son capaces de explicarla a través de un modelo (dibujo).

<b>Tabla 5.9:</b> Ejemplos de dibujos de los estudiantes que seleccionaron el modelo de Alex.	
<b>P.8:</b> ¿Por qué se producen las estaciones del año?	
Alex señaló que la inclinación del eje de rotación terrestre permite que en verano los rayos del Sol lleguen más directos.	
Los criterios para evaluar los dibujos son mostrar a través de su dibujo la inclinación del eje terrestre o los rayos solares con distintos ángulos de incidencia.	
Categoría 1	 <p>A continuación dibuja la exp</p> <p><b>Figura 5.7:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 1</p>
Categoría 2	 <p><b>Figura 5.8:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 2</p>
Categoría 3	 <p><b>Figura 5.9:</b> Dibujo modelo de Alex categoría 3</p>

A raíz de las características de las preguntas P.7 y P.8, se puede realizar un análisis de las respuestas considerando los casos en que los estudiantes seleccionaron al personaje que expresa el conocimiento científico y contrastando que el dibujo que realizaron efectivamente representara el modelo enunciado por el personaje, en la Tabla 5.10 se presentan los modelos escogidos por los estudiantes, y la consistencia entre su elección y el dibujo para el caso del modelo aceptado por la comunidad científica.

**Tabla 5.10:** Modelos escogidos en las actividades 7 y 8 y su consistencia con los dibujos realizados.

Modelo	Pregunta 7	Consistencia	Pregunta 8	Consistencia
Violeta	30	14	1	
Alex	1		17	3
Simón	1		14	
Diego	7		3	
Cristina	0		1	

En lo que respecta a los modelos de Violeta para la actividad 7 y el de Alex para la actividad 8, se presenta en la Tabla 5.11 el detalle entre aquellas respuestas que eligieron el modelo coherente con el conocimiento científico.

**Tabla 5.11:** Detalle de modelo escogido y modelo dibujado en las preguntas 7 y 8

Pregunta	Modelo escogido	Modelo dibujado	N° de respuestas
7	Violeta	Violeta	14
		Alex	
		Simón	
		Diego	9
		Cristina	
		No dibuja	1
8	Alex	Violeta	
		Alex	3
		Simón	
		Diego	
		Cristina	3
		No dibuja	1

Es relevante el hecho de que a pesar de que un porcentaje considerable de estudiantes (76,9%) escoge el modelo de Violeta en la pregunta 7, solo un 35,8% representa correctamente ese modelo en sus dibujos, dándose el caso de que un 23% de los estudiantes aun escogiendo el modelo de Violeta, procedió a dibujar el de Diego. Por su parte la pregunta 8 de un 43,5% que selecciono el modelo de Alex, solo un 7,6% lo dibujó correctamente, siendo de igual forma con un 7,6% dibujado el modelo de cristina, aun habiendo seleccionado el de Alex.

La pregunta 9 permite identificar si los estudiantes conocen los nombres e imágenes correspondientes a cada una de las cuatro fases lunares. En la Tabla 5.12 presentamos los resultados de la pregunta organizados en porcentaje de respuestas para el número de dibujos y el número de nombres que corresponden a las fases lunares, además se presenta el porcentaje de casos en el que estudiante relaciona correctamente el nombre de la fase y su respectiva imagen.

**Tabla 5.12:** Porcentaje respuestas de estudiantes que nombran y dibujan las fases lunares

	Nombra Luna Llena	Dibuja Luna Llena	Nombra Menguante	Dibuja Menguante	Nombra Luna Nueva	Dibuja Luna Nueva	Nombra Creciente	Dibuja Creciente
Porcentaje de respuesta Si %	82,1	79,4	23,1	28,2	15,3	48,5	5,2	41,0
Porcentaje de respuesta No %	17,9	20,6	76,9	71,8	84,7	51,5	94,8	59,0
correspondencia %	69,2		17,9		2,6		0	

A partir de la Tabla 5.12 se evidencia que los estudiantes **no conocen** los principales nombres de las fases lunares, solo una de ellas alcanza un valor cercano al 80%, mientras que la fase menguante es la segunda mayoría con menos de un cuarto del porcentaje del curso. Las fases de luna nueva y creciente son las que tienen un menor porcentaje de estudiantes que respondieron (15,3 % y 5,2 % respectivamente). En cambio, para los dibujos el porcentaje de estudiantes que lograron dibujar las fases fue mayor a un 40% menos para la fase de luna menguante que sólo alcanzo un 28,2%. Finalmente podemos decir que la información más relevante es que los estudiantes tienen niveles muy bajos de correspondencia entre el dibujo y el nombre de la fase logrando por parte de la luna llena un 69,2 %, y valores muy bajos para menguante (17,9%) y luna nueva (2,6 %), esta última fase solo un estudiante logro dibujarla y nombrarla correctamente, por último, la fase luna creciente no tiene ninguna correspondencia (0%).

Entre las respuestas a esta pregunta, los estudiantes aludieron a fases lunares inexistentes tales como: Luna Sangrienta, Luna Azul, Crepuscular, Nada, Media Luna, gravedad, eclipse, solar, decreciente, tajada, tres cuartos de luna, entre otros.

En la pregunta 10 se les solicitó a los estudiantes explicar las causas de las fases lunares a través de un dibujo. Los criterios mínimos para la evaluación de esta actividad son: presencia en el dibujo del Sol, la Tierra y de la Luna; y el orden o posiciones que permitan

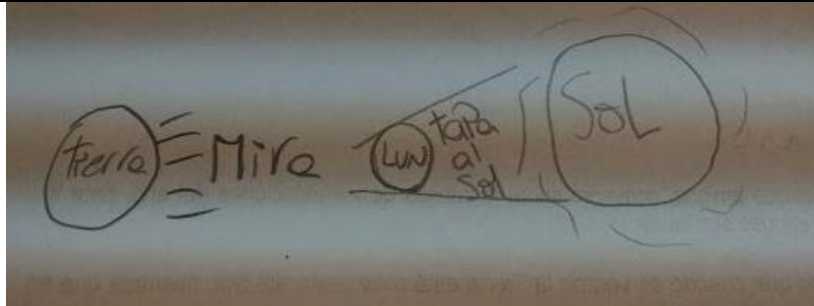


explicar el fenómeno correctamente. Consecuentemente, un estudiante que no cumpla con el primer criterio no puede cumplir con el segundo. En la Tabla 5.13 se presentan los resultados en términos de porcentajes de respuestas que están presentes o ausentes estos criterios.

<b>Tabla 5.13:</b> Porcentaje de respuestas a actividad 10 según criterios	
Criterio	Porcentaje de respuestas que cumplen el criterio (%)
No Dibuja	48,7
No presenta ninguno de los criterios	43,7
Está el Sol, la Tierra y la Luna, sin las posiciones que permitan explicar el fenómeno correctamente	7,6
Posee ambos requisitos	0

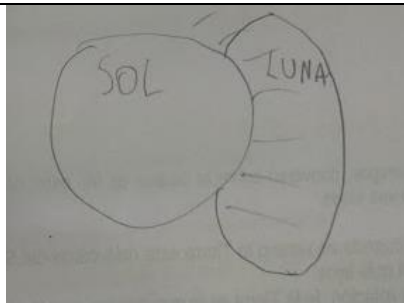
En esta pregunta casi la mitad de los estudiantes (48,7 %) no dibujaron. La segunda mayoría (43,7%) no dibuja los elementos mínimos para poder explicar las fases lunares, y el resto del curso (7,6%) dibujó cumpliendo sólo el primer criterio, por lo cual se puede afirmar que ninguno de los estudiantes logro con éxito explicar mediante un dibujo las causas fases lunares. En la Tabla 5.14 se muestran ejemplos de algunos de los dibujos de los estudiantes.

**Tabla 5.14:** Ejemplos de respuestas actividad10



**Figura 5.10:** Respuesta p.10 ejemplo 1

Presencia de los tres elementos, disposición que no permite una explicación sobre las fases lunares.



**Figura 5.11:** Respuesta p.10 ejemplo 2

Dibujo de estudiante que no cumple con los requisitos mínimos para explicar las fases lunares.

Esta actividad deja en manifiesto que los estudiantes no tienen modelos claros para explicar las causas de las fases lunares, y el curso (92,4 %) se divide en estudiantes que no dibujaron y estudiantes que dibujan modelos que no alcanzan ningún criterio mínimo.

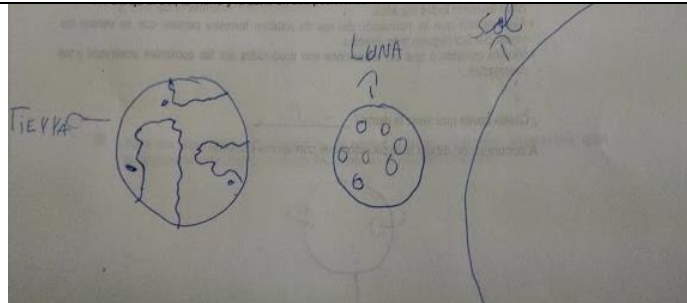
En la última actividad de dibujo (P.11) los estudiantes deben dibujar el Sol, la Tierra y la Luna para explicar cómo se produce un eclipse solar. Los criterios mínimos para poder explicar las condiciones para que ocurra un eclipse son la alineación de los elementos necesarios (que explícitamente se les pide que dibujen) y que el orden sea Sol, Luna y Tierra (de derecha a izquierda o viceversa). En la Tabla 5.15 se presentan los resultados de esta actividad.

<b>Tabla 5.15:</b> Porcentaje de respuestas a actividad 11 según criterios	
Criterio	Porcentaje de respuestas que cumplen el criterio (%)
No Dibuja	7,6
No presenta ninguno de los criterios	19,6
Están alineados, pero no en el orden correcto	21,5
Posee ambos criterios	51,3

Los resultados de esta actividad a diferencia de la anterior, tiene una cantidad importante de estudiantes que logran los requisitos mínimos para explicar el fenómeno de eclipse solar (más del 50%), aun así hubo una gran cantidad de estudiantes alinearon los elementos de forma que se produce un eclipse lunar o ubicando al Sol entre la Luna y la Tierra (quedando en evidencia que no reconocen las distancias entre los elementos, distancia Sol-Tierra y distancia Luna-Tierra). En la Tabla 5.16 se presentan ejemplos de las respuestas de los estudiantes para esta actividad.

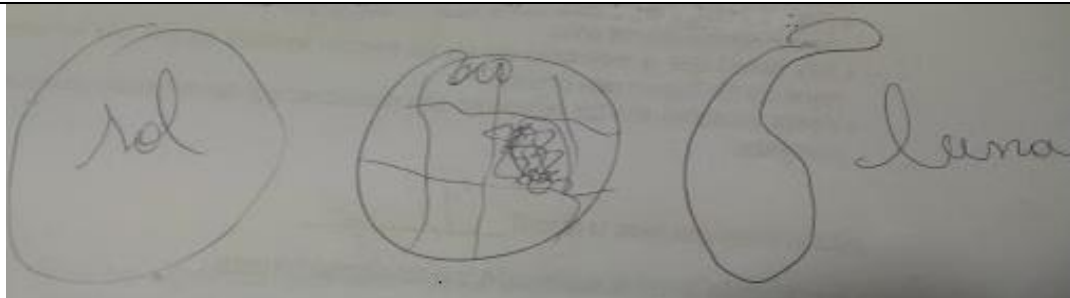
Se extrae de la Tabla 5.16 que si bien la mayoría de los estudiantes logran alinear los tres elementos por lo menos una quinta parte del curso (21,5 %) no sabe disponer correctamente de los elementos (Tierra, Sol y Luna) para el eclipse solar.

**Tabla 5.16:** Ejemplos de respuestas a la actividad 11



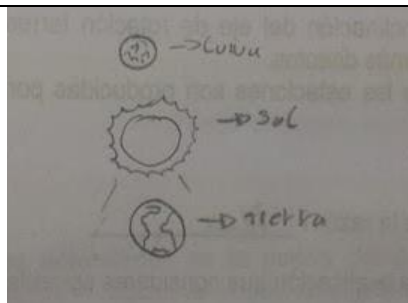
**Figura 5.12:** Respuesta p.11 ejemplo 1

Alineación que produce un eclipse Solar



**Figura 5.13:** Respuesta p.11 ejemplo 2

Alineación que produce un eclipse lunar.



**Figura 5.14:** Respuesta p.11 ejemplo 3

Alineación que muestra al Sol entre la Tierra y la Luna.

### 5.2.3 Resultados y análisis Ítem III (Preguntas Abiertas)

Las respuestas de las preguntas abiertas al ser distintas entre sí, ya que una misma idea puede ser expresada con palabras distintas, serán analizadas bajo conceptos para poder evaluar y así considerar que la respuesta está en concordancia con el saber científico vigente. El número de preguntas abierta de este ítem es 5, de las cuales 1 se enfoca en día y noche; 1 en estaciones del año, y las últimas tres a sistema Tierra Sol Luna (fases lunares y eclipse).

La pregunta 12 está enfocada a una característica del fenómeno de día y noche, donde una parte de la Tierra está de frente al Sol y por lo tanto iluminada o de día, en cambio otra zona de la Tierra está a oscuras o de noche. En este caso la elección fue Chile y China. Las respuestas deben entonces presentar dos conceptos: el primero es que la Tierra rota y el segundo es que Chile es antípoda con China. En la Tabla 5.17 se presentan las respuestas de los estudiantes en consideración de los criterios establecidos.

Criterio	Porcentaje de respuestas que cumplen el criterio (%)
No presenta ningún criterio, o tiene una respuesta incoherente	41,1
Señala la rotación del planeta	33,3
Señala que son antípodas	10,2
Tienen ambos requisitos	12,8
No responde	2,6

Como se puede evidenciar en la Tabla 5.17, los estudiantes tienen problemas para explicar esta característica del fenómeno de día y noche pues un 41,1 % no cumple con los requisitos o da respuestas incoherentes. En la Tabla 5.18 se presentan algunas de las respuestas de los estudiantes a modo de ejemplo.

<b>Tabla 5.18:</b> Ejemplos de respuestas a la pregunta 12, texto transcrito	
Respuestas incoherentes:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque giramos en torno al sol y mientras en Chile esta de día en China está de noche”</i></b></li> <li>- <b><i>“cuando el Sol está en frente de Sudamérica”</i></b></li> </ul>	
Señala que el planeta gira (movimiento de rotación):	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“por la rotación de la Tierra”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque la Tierra rota y cambia de posición”</i></b></li> </ul>	
Señala que son antípodas:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque China está al otro lado de la Tierra que Chile”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque están al otro lado del mundo”</i></b></li> </ul>	
Respuesta que explica con los conceptos de antípodas y rotación:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque está al otro lado del mundo que rota constantemente”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque mientras que la Tierra rota una parte del mundo está oscuro y otra clara”</i></b></li> </ul>	

La pregunta P.13 está relacionada con una característica de las estaciones del año, cuando en un hemisferio es verano en el otro es invierno, la explicación de los estudiantes se debe fundamentar en que los rayos del sol inciden en la superficie con distintos ángulos y por ende existe la diferencia de estaciones y señalar que esto se debe a la inclinación del eje terrestre. En la Tabla 5.19 se presentan el porcentaje de respuestas agrupadas por los distintos criterios.

<b>Tabla 5.19:</b> Porcentajes de respuestas a pregunta 13 según criterios	
Criterio	Porcentaje de respuestas que cumplen el criterio (%)
No presenta ningún requisito, o tiene una respuesta incoherente	56,4
Señala la inclinación del eje terrestre	5,1
Señala la diferencia de incidencia de los rayos solares	9,2
Tiene ambos requisitos	5,1
No responde	24,2

A partir de la Tabla 5.19, se evidencia que por lo menos un 80% de los estudiantes no logra fundamentar la diferencia de estación entre los hemisferios del planeta (omisiones y

respuestas incoherentes), y sólo un 5.1% del curso cumple con explicar correctamente por qué se produce esta diferencia. En la Tabla 5.20 se presentan algunas respuestas transcritas de estudiantes a modo de ejemplo.

<b>Tabla 5.20:</b> Ejemplos de respuestas de la pregunta 13, texto transcrito
<p>Respuestas incoherentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque uno queda con la luz del Sol y el otro no”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque el eje de la Tierra hace eso, un lugar va a estar tirado para la noche y el otro de día”</i></b></li> </ul>
<p>Señala la inclinación del eje terrestre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque la inclinación del eje de rotación deja al hemisferio sur en verano y al norte en invierno”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque la Tierra gira inclinada alrededor del sol”</i></b></li> </ul>
<p>Señala la diferencia en la incidencia de los rayos solares:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque llegan más los rayos solares y allá no”</i></b></li> <li>- <b><i>“por la inclinación que permite que los rayos lleguen más directos a la vez que no”</i></b></li> </ul>
<p>Respuesta que consideran la inclinación del eje de rotación y los rayos solares:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“por el eje de inclinación terrestre la luz y calor va a llegar de distinta medida”</i></b></li> <li>- <b><i>“por la inclinación de la Tierra en el hemisferio sur llegan más directo los rayos que en el norte”</i></b></li> </ul>

La pregunta 14 y 15 están enfocadas a la identificación de la fase lunar que necesariamente debe estar presente para que ocurra un eclipse lunar y un eclipse solar respectivamente. Para presentar los resultados para cada pregunta se tomarán los siguientes criterios: en primer lugar si identifica la fase correspondiente, y en segundo lugar si logra justificar correctamente su elección. En la Tabla 5.21 se muestran los porcentajes de respuestas según los criterios especificados.

<b>Tabla 5.21: Porcentajes de respuestas preguntas 14 y 15 según criterios</b>		
Criterio	Porcentaje de respuestas (%)	
	Pregunta 14	Pregunta 15
No identifica la fase correspondiente	48,7	64,1
Identifica la fase	35,9	2,6
Justifica la elección según el conocimiento científico vigente	0	0
No responde	15,4	33,3

En ambos casos, el tipo de respuesta que tiene mayor cantidad de porcentaje corresponde a la categoría de estudiantes que no identifican correctamente la fase para el eclipse lunar y solar respectivamente, a su vez, si alguno identificó correctamente la fase no pudo argumentar en coherencia con el conocimiento científico vigente.

En la Tabla 5.22 se presentan ejemplos de las respuestas de los estudiantes para estas preguntas (p.14 y p.15).

<b>Tabla 5.22: Ejemplos de respuestas preguntas 14 y 15. Texto transcrito</b>	
Pregunta 14, respuestas incoherentes: - <b><i>“en primavera por el contrario”</i></b> - <b><i>“en la cuarta fase porque ahí lo tapa el sol”</i></b>	Pregunta 15, respuestas incoherentes: - <b><i>“debe estar detrás del sol”</i></b> - <b><i>“en invierno por el contrario”</i></b>
Pregunta 14, alguna otra fase distinta a llena: - <b><i>“menguante, porque le deja espacio al sol”</i></b>	Pregunta 15, otra fase distinta a nueva: - <b><i>“en la llena para que tape más luz”</i></b>
Pregunta 14, fase llena sin la justificación correspondiente: - <b><i>“luna llena porque es más grande”</i></b>	Pregunta 15, fase llena sin la justificación correspondiente: - <b><i>“nueva”</i></b>

Finalmente, la pregunta n° 16 requiere que el estudiante señale que las condiciones para que ocurra un eclipse solar ocurrir una intersección de las orbitas (Tierra-Sol y Tierra-Luna) lo cual transcurre cierto tiempo para tener la alineación de Tierra-Luna-Sol. En la Tabla 5.23 se presentan los porcentajes de respuestas para esta pregunta.



<b>Tabla 5.23:</b> Porcentajes de respuestas pregunta 16 según criterios	
Criterio	Porcentaje de respuestas (%)
Responde una razón que no corresponde con el conocimiento científico vigente	70,9
Determina que cada cierto tiempo se dan las condiciones necesarias	7,6
No responde	21,5

En la Tabla 5.23 se evidencia que un 92,4 % del curso no es capaz de dar argumentos en concordancia con el conocimiento científico que permitan explicar la sucesión temporal a intervalos mayores que un mes para los eclipses solares.

En la Tabla 5.24 se presentan algunos ejemplos de las respuestas de los estudiantes, correspondientes a las que tienen una razón que no corresponde con el conocimiento científico vigente y la que especifica que cada cierto tiempo se dan las condiciones necesarias.

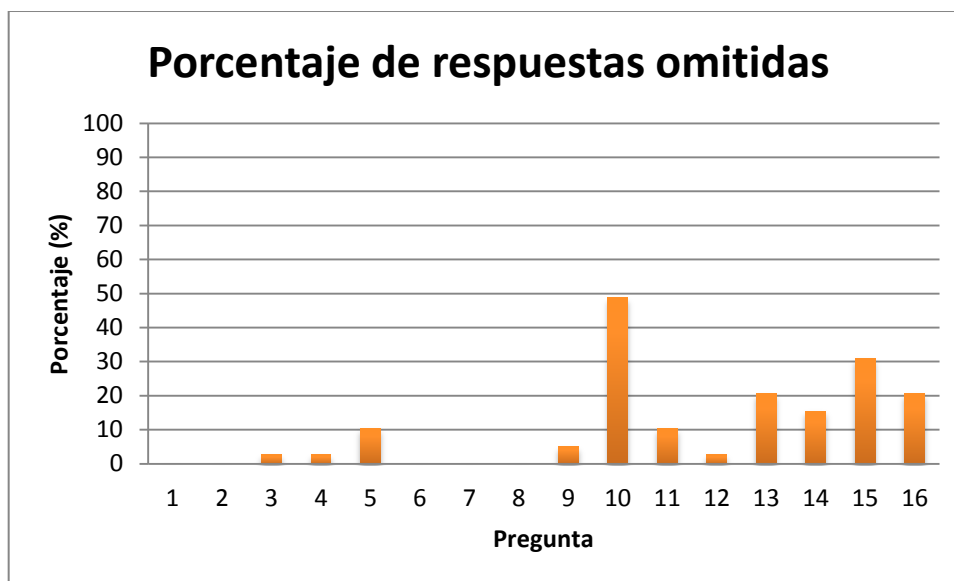
<b>Tabla 5.24:</b> Ejemplos de respuestas a pregunta 16, texto transcrito
Respuestas con argumentos distintos al conocimiento científico vigente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque no todos los meses hay luna menguante”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque la tierra se demora un año en dar una vuelta entera”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque no siempre la luna pasa frente al Sol o cumple su ciclo”</i></b></li> </ul>
Respuestas que consideran que cierto tiempo se dan las condiciones necesarias: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><i>“porque se demora “x” tiempo para que estén perfectamente alineados”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque no coinciden siempre las posiciones”</i></b></li> <li>- <b><i>“porque no todos los meses el sol y la luna coinciden”</i></b></li> </ul>

#### 5.3.4 Análisis de las respuestas omitidas

En última instancia se analizará la cantidad de respuestas omitidas con respecto a cada pregunta. Esto entrega información sobre las preguntas que resultan más complejas de entender para los estudiantes o que por diversos motivos no son respondidas. En la Tabla 5.25 se presenta en detalle cuantas omisiones fueron obtenidas en cada pregunta.

<b>Tabla 5.25: Preguntas omitidas de la Evaluación</b>				
Pregunta	N° de omisiones	Porcentaje (%)	Ítem	Tema
1	0	0,0	1	El día y la noche
2	0	0,0	1	El día y la noche
3	1	2,6	1	El día y la noche
4	1	2,6	1	Estaciones del año
5	4	10,3	1	Fases lunares
6	0	0,0	1	Eclipses lunares
7	0	0,0	2	El día y la noche
8	0	0,0	2	Estaciones del año
9	2	5,1	2	Fases lunares
10	19	48,7	2	Fases lunares
11	4	10,3	2	Eclipses solares
12	1	2,6	3	El día y la noche
13	8	20,5	3	Estaciones del año
14	6	15,4	3	Eclipses lunares
15	12	30,8	3	Eclipses solares
16	8	20,5	3	Eclipses solares

A partir de los datos de la Tabla 5.25, se presenta en la Figura 5.15 con los porcentajes de omisión por cada pregunta.



**Figura 5.15:** Grafico de porcentajes de respuestas omitidas por pregunta

Se desprende de la Figura 5.15 que las preguntas del ítem I (preguntas de selección múltiple) tienen en conjunto valores muy bajos de omisión, las preguntas 1, 2 y 6 no fueron omitidas por ningún estudiante, las preguntas 3 y 5 tienen un porcentaje de omisión inferior a al

3%, sólo la pregunta 5 tiene valores de omisión cercanos al 10%, y corresponde a una pregunta sobre fases lunares. En el Ítem II (actividades de dibujo) las preguntas 7 y 8 no fueron omitidas, las preguntas 9 y 11 tienen porcentajes bajos omisión, en cambio la pregunta 10 alcanzó casi un 50% de omisiones. Cabe destacar que esta pregunta también está enfocada en el tema fases lunares. Finalmente, las preguntas del ítem III (preguntas abiertas) son las que muestran un mayor porcentaje de omisión encontrándose la mayoría (a excepción de la pregunta 12) por sobre un 15% de omisiones. Por lo tanto, se evidencia que los estudiantes no tienen dificultades en responder a las preguntas de selección múltiple ni a las actividades de dibujo, pero las preguntas abiertas representan un obstáculo, ya que deben explicar con sus propias palabras sus ideas. Además, las preguntas que tienen mayor porcentaje de omisión en todos los ítems son las que se enfocan en el tema fases lunares.

#### 5.4 Evidencia basada en la estructura interna

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica organizados por temas, de manera transversal a los tres ítems que componen la evaluación, con la finalidad de establecer su consistencia interna en términos de que el estudiante haya contestado coherentemente las preguntas correspondientes a un mismo tema. En otras palabras, el instrumento posee tres instancias (los 3 ítems) para identificar si el estudiante tiene concepciones alternativas sobre cada uno de los temas abordados.

##### 5.4.1 Análisis sobre el tema: El día y la noche

Las preguntas que abarcan el tema: “el día y la noche”, son las preguntas 1,2 y 3 pertenecientes al ítem I (selección múltiple), la pregunta 7 correspondiente al ítem II (dibujo) y la pregunta 12 del ítem III (preguntas abiertas).

Las preguntas 3, 7 y 12 se enfocan en las causas del día y la noche. En la Tabla 5.26 se muestra el número de respuestas coherentes con el conocimiento científico y el porcentaje de estas respuestas con respecto al curso.

<b>Tabla 5.26:</b> Consistencia interna preguntas sobre día y noche.				
Preguntas	3	7	12	3 y 7 y 12
Número de respuestas acordes al conocimiento científico	6	14	18	1
Porcentaje del curso (%)	15,4	35,9	46,2	2,6

Como se observa en la Tabla 5.26, a pesar de los porcentajes de estudiantes que reconocieron la concepción acorde al conocimiento científico en cada pregunta por sí sola, la correlación permite determinar que solo 1 estudiante fue capaz de contestar las 3 preguntas referentes a este tema (1 pregunta por ítem en este caso). Esto representa una fortaleza del diseño del instrumento, relacionada con su capacidad para identificar las concepciones científicas de los estudiantes al presentar los temas de manera transversal a los distintos ítems.

#### 5.4.2 Análisis sobre el tema: Las estaciones del año

Las preguntas sobre estaciones del año son: P.4 del ítem I, P.8 del ítem II y P.13 del ítem III, las dos primeras (P.4 y P.8) tratan sobre las causas de las estaciones del año, mientras que última (P.13) se enfoca en la diferencia de estaciones entre el hemisferio norte y el sur. En esta última pregunta de carácter abierto, se analiza que las respuestas hagan referencia como causas de las estaciones del año al eje de rotación terrestre y la dirección con que llegan los rayos solares a los hemisferios.

Se presenta en la Tabla 5.27 el número de respuestas coherentes con el conocimiento científico, presentándose además el número de evaluaciones en que se ha respondido coherentemente al mismo tiempo más de una pregunta, las denominaciones 13R y 13E corresponden a aquellas respuestas de la pregunta abierta 13, en donde 13R corresponde a las respuestas que aluden a la dirección de los rayos solares, mientras que 13E corresponde a las respuestas que se refieren a la inclinación del eje de rotación terrestre.

<b>Tabla 5.27:</b> Consistencia interna preguntas sobre estaciones del año		
Preguntas	Número de respuestas acordes al conocimiento científico	Porcentaje del curso (%)
4	11	28,2
8	3	7,7
13E	5	12,8
13R	5	12,8
4, 8, 13E y 13R	1	2,6

Como se puede desprender de la Tabla 5.27, el número de respuestas coherentes con el conocimiento científico es mayor en la pregunta 4, sin embargo, este número se ve reducido cuando se trata de la pregunta 13, y más aún en la pregunta 8. La correlación de estas respuestas permite establecer que solo 1 estudiante (que resulta no ser el mismo que en el tema anterior) fue capaz de responder las 3 preguntas reflejando el conocimiento científico vigente. Esto refuerza la idea de que el Instrumento de Evaluación propuesto tiene la fortaleza

de detectar las concepciones alternativas de los estudiantes por medio de la transversalidad de los temas en los ítems.

#### 5.4.3 Análisis sobre el tema: Fases Lunares

Las preguntas sobre fases lunares del Instrumento de Evaluación Diagnóstica son: la pregunta 5 del ítem I y las actividades 9 y 10 del ítem II. Las preguntas 14 y 15 del ítem III relacionan el fenómeno de las fases lunares con los temas de eclipses lunares y solares respectivamente, por lo que serán presentadas en los apartados siguientes. La pregunta 5 y la actividad 10 están enfocadas en que el estudiante señale las causas del fenómeno de las fases lunares, mientras que la actividad 9 se basa en nombrar y dibujar las 4 fases lunares. Para efectos de la consistencia interna se presenta en la Tabla 5.28 las respuestas para las preguntas 5 y 10 sobre las causas de las fases lunares.

Preguntas	5	10	5 y 10
Número de respuestas acordes al conocimiento científico	11	0	0
Porcentaje del curso (%)	28,2	0	0

Como se puede desprender de la Tabla 5.28, apenas el 28,2% de los estudiantes fue capaz de escoger la alternativa que representa el conocimiento científico vigente como la alternativa correcta, mientras que en el caso de la pregunta 10, fue omitida por el 48,7% de los estudiantes mientras que los restantes (51,3%) realizaron un dibujo representando alguna concepción alternativa.

#### 5.4.4 Análisis sobre el tema: Eclipses lunares

Las preguntas referidas a los eclipses lunares son: P.6 del ítem I, y P.14 del ítem III, la pregunta 6 se refiere las causas de los eclipses lunares, mientras que en la pregunta P.14 busca que los estudiantes justifiquen en qué fase lunar se debe encontrar la Luna para que se produce un eclipse lunar. En la Tabla 5.29 se presentan las respuestas obtenidas. En el caso de la pregunta 14 (pregunta abierta) la respuesta debe incluir tanto el nombre de la fase lunar correspondiente (Luna llena) como una breve justificación de la respuesta.

Preguntas	6	14 Luna llena	14 Justificación	6 y 14
Número de respuestas acordes al conocimiento científico	5	14	0	0
Porcentaje del curso (%)	12,8	35,9	0	0

Como se puede desprender de la Tabla 5.29, un 35,9% de las respuestas a la pregunta 14 señalan que corresponde a la Luna llena, lo que es coherente con el conocimiento científico. De igual forma en la pregunta 6, un 12,8% escogió la alternativa coherente. Por otra parte, la pregunta 14 también buscaba que los estudiantes justificaran la elección de esa fase lunar, sin embargo ningún estudiante justificó esta elección por medio de concepciones coherentes con el conocimiento científico, por lo que la correlación entre estas dos preguntas refleja que ningún estudiante al que se le aplicó esta evaluación está libre de concepciones alternativas sobre eclipses lunares.

#### 5.4.5 Análisis sobre el tema: Eclipses solares

Las preguntas enfocadas en el fenómeno de eclipses solares son: la pregunta 11 correspondiente al ítem II, y las preguntas 15 y 16 del ítem III. En este caso las preguntas que se encuentran relacionadas son la 11 y la 15, esto es debido a que en la primera se les solicita a los estudiantes que dibujen un eclipse solar, mientras que en la segunda se les pide que nombren y justifiquen la fase lunar que se requiere para que ocurra este fenómeno. En la Tabla 5.30 se presentan las respuestas a estas preguntas. En el caso de la pregunta 15 (pregunta abierta) la respuesta debe incluir tanto el nombre de la fase lunar correspondiente como una breve justificación de la respuesta.

Preguntas	11	15 Luna nueva	15 justificación	11 y 15 justificación
Número de respuestas acordes al conocimiento científico	20	1	4	3
Porcentaje del curso (%)	51,3	2,6	10,3	7,7

Como se puede desprender de la Tabla 5.30 un porcentaje considerable de estudiantes (51,3%) fue capaz de dibujar en la actividad 11 un eclipse solar en concordancia con el conocimiento científico, sin embargo en la pregunta 15 el número de respuestas se reduce considerablemente. La correlación entre ambas preguntas permite reconocer que solo un 7,7%

de los estudiantes contestan ambas preguntas con respuestas coherentes al conocimiento científico.

#### **5.4.6 Aplicación del Instrumento de Evaluación Diagnóstica a Personas con formación diferenciada.**

Se aplicó el Instrumento de Evaluación Diagnóstica a personas con formación diferenciada, quienes por medio de sus antecedentes (como su formación o las características de su trabajo) se espera que no tengan concepciones alternativas sobre los temas abordados y sean capaces de responder las preguntas del Instrumento solo con concepciones y modelos en concordancia con el conocimiento científico vigente.

Dos de los sujetos de estudio (Persona 1 y Persona 2) corresponden a estudiantes del último año (nivel 9) de la Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile, y han aprobado al menos cinco cursos de formación general en astronomía (aparte de la formación obligatoria del curso Física del Universo), mientras que el tercer sujeto (Persona 3) corresponde a un docente con formación de Magíster en Educación (pero sin formación general en astronomía).

En la Tabla 5.31 se presenta los resultados de esta aplicación con la finalidad de establecer si cada una de sus respuestas están en concordancia con el conocimiento científico vigente.

<b>Tabla 5.31:</b> Resultados aplicación de control del Instrumento de Evaluación Diagnóstica				
Pregunta	Tema	¿Responde el sujeto con la concepción científica?		
		Persona 1	Persona 2	Persona 3
1	El día y la noche	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
2	El día y la noche	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
3	El día y la noche	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
4	Estaciones del año	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
5	Fases lunares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
6	Eclipses lunares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
7	El día y la noche	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
8	Estaciones del año	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
9	Fases lunares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
10	Fases lunares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
11	Eclipses solares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
12	El día y la noche	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
13	Estaciones del año	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
14	Eclipses lunares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
15	Eclipses solares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
16	Eclipses solares	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
- Se destaca en color verde las preguntas de selección múltiple que han sido contestadas por medio de la alternativa E				

A partir de la Tabla 5.31, observamos que los tres sujetos contestaron a la pregunta 2 por medio de la alternativa E, y respondieron utilizando el conocimiento científico vigente. Esto se traduce en que ninguna de las alternativas propuestas a esta pregunta (ya sean la alternativa coherente con el conocimiento científico y los distractores) fueron identificadas como la respuesta.

Por otra parte, las Personas 1 y 2, quienes tienen formación diferenciada en astronomía, fueron capaces de responder a todas las preguntas del Instrumento de Evaluación Diagnóstica sin concepciones alternativas en ninguna de ellas. En cambio, la Persona 3, que no posee formación diferenciada en astronomía, utilizó concepciones alternativas para responder preguntas en los temas: fases lunares, estaciones del año, y eclipses lunares y solares. Estos resultados nos permiten establecer que el instrumento efectivamente no identifica concepciones alternativas en una persona con un amplio dominio del tema y si lo hace en personas sin un dominio particular en este.



## Conclusiones

En este capítulo se presentarán las conclusiones principales con respecto al desarrollo de este trabajo de seminario para responder la pregunta de investigación, el cumplimiento del objetivo general, las concepciones alternativas que logra identificar el Instrumento de Evaluación Diagnóstica, la validez del instrumento, la pertinencia de la metodología y el diseño, las fortalezas y limitaciones y mejoras, para poder establecer las proyecciones y la importancia de este trabajo de seminario.

Considerando los argumentos expuestos en la formulación del Problema de Investigación, en Chile no existen investigaciones ni instrumentos que se enfoquen en las concepciones alternativas de estudiantes con respecto a CTU, en este trabajo de seminario se presentó el diseño de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica que permite identificar las concepciones alternativas de estudiantes de séptimo año básico sobre contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU), contemplados en las Bases Curriculares de Enseñanza Básica. Ya que al disponer de un instrumento que posibilite a los docentes el conocer las concepciones alternativas de sus estudiantes, les permitirá adaptar la selección y planificación de actividades dentro y fuera del aula para ofrecer oportunidades de aprendizaje a sus estudiantes para incorporar nueva información que reorganice sus representaciones mentales.

La pregunta de investigación ¿Cómo diseñar y validar una Evaluación diagnóstica sobre CTU para identificar las concepciones alternativas de estudiantes que se encuentren cursando séptimo año básico? se puede responder bajo el cumplimiento de los objetivos de la investigación, los cuales son: construir un instrumento de evaluación con distintos tipos de actividades relacionados a día y noche, estaciones del año, eclipses y fases lunares para analizar la consistencia de las respuestas y Validar el Instrumento de Evaluación Diagnóstica a través de análisis de evidencias. A lo largo del presente trabajo se ha justificado el diseño del Instrumento de Evaluación Diagnóstica, el cual permite identificar la consistencia en las respuestas de los estudiantes y sus concepciones alternativas gracias a las distintas actividades que lo componen (organizadas en Ítems) y la transversalidad de los temas de CTU escogidos, así como en términos de su validez a través de los análisis a los datos y resultados obtenidos al aplicar el instrumento, respecto de investigaciones afines, el contenido, los procesos de respuesta y su estructura interna.

### **Pertinencia de la metodología.**

La investigación desarrollada al ser transeccional, no exploratoria y descriptiva, permitió identificar las concepciones sin ninguna manipulación por parte de los docentes de los colegios que posibilitaron la aplicación. Además, al ser transeccional permitió recibir mejor respuesta en los establecimientos educativos en lo que respecta a la disponibilidad de un espacio para la aplicación del instrumento, ya que a medida que se requiere más tiempo y colaboración por parte del establecimiento educativo, son mayores las dificultades para realizar la aplicación. Finalmente por corresponder a una investigación descriptiva, se identifican algunas de las concepciones alternativas utilizadas por los sujetos de estudio para responder las preguntas del instrumento.

El diseño del Instrumento de Evaluación Diagnóstica, al comprender distintas actividades organizadas por Ítems permitió a los estudiantes fundamentar sus concepciones de diferentes formas: seleccionando una alternativa, dibujando y elaborar una explicación utilizando sus propias palabras. Por lo cual las concepciones alternativas identificadas en esas investigaciones se utilizaron como distractores en las preguntas de selección múltiple. Esto permitió identificar claramente las concepciones alternativas usadas por los estudiantes al momento de contestar preguntas sobre alguno de los cuatro temas abordados en el instrumento. Además en cada ítem las preguntas se refieren a cuatro temas específicos: día y noche, estaciones del año, fases lunares y eclipses (solares y lunares), se pudo reconocer la consistencia entre las respuestas de los estudiantes al conjunto de preguntas correspondientes a cada uno de los temas específicos de manera transversal a los ítems.

Con respecto al diseño del análisis de los resultados, el enfoque utilizado de recolección de evidencias permitió considerar la realización de algunas modificaciones al instrumento, por considerarlas pertinentes. A continuación se presenta en detalle las inferencias realizadas en función de la recolección de evidencias.

### **Evidencias para establecer la validez del instrumento:**

Ya que el diseño del Instrumento de Evaluación Diagnóstico fue realizado en base a otros instrumentos de evaluación desarrollados en investigaciones anteriores, se demuestra que hay similitudes entre las concepciones alternativas identificadas por medio del instrumento elaborado y aquellas consultadas en otras investigaciones afines. Además la fase exploratoria

permitió trabajar en base a un precedente en el diseño del instrumento, de manera de contextualizarlo a la realidad de estudiantes de colegios en la zona de Santiago.

Los resultados de la encuesta realizada a los expertos, docentes de enseñanza básica y media, evidencian que la totalidad de los indicadores propuestos tienen valoraciones en la escala Likert 1 y 2, esto se traduce en que los docentes se encuentran totalmente de acuerdo o de acuerdo con la redacción, la exclusividad de conceptos por pregunta, la pertinencia de la evaluación para el nivel escogido, la concordancia con el currículo nacional, la veracidad de los distractores escogidos (ítem I), la facilidad para el experto de identificar la alternativa coherente con el conocimiento científico y la pertinencia de la evaluación para el nivel escogido, la clara diferenciación entre los modelos de los personajes de las actividades 7 y 8, y el espacio señalado para las respuestas. Las opiniones de los ocho expertos encuestados constituyen una clara evidencia de que el Instrumento de Evaluación Diagnóstica está diseñado de una manera apropiada para cumplir su función principal: Identificar las concepciones alternativas de los estudiantes.

Con respecto a las actividades de dibujo, uno de las recomendaciones de los docentes propone mejorar las indicaciones de los dibujos con el objetivo de explicitar el propósito de la actividad, sin embargo, se considera que entregar más indicaciones en cada actividad puede interferir con las concepciones alternativas de los estudiantes e inducirles a dibujar algo distinto.

La recolección de evidencia basada en los procesos de respuesta permitió en primera instancia reconocer en cuales preguntas de selección múltiple los estudiantes respondieron utilizando la alternativa E cuya relevancia para el diseño del Instrumento de Evaluación se menciona en el apartado de fortalezas y limitaciones del Instrumento de Evaluación Diagnóstica.

Con respecto al análisis de las respuestas omitidas, las preguntas que concentran el mayor número de omisiones corresponden a los temas de fases lunares (P.10, P.14, P.15), eclipses lunares (P.14) y eclipses solares (P.15 y P.16), es destacable que la mayoría de los estudiantes respondió con concepciones alternativas a las preguntas de estos temas.

El instrumento permite analizar la consistencia de las respuestas dadas por el estudiante para ese tema, a lo largo de los tres ítems que componen el instrumento. Por ejemplo, en el análisis de consistencia para las preguntas sobre las causas del día y la noche (P.3, P.7 y P.12 del Instrumento de Evaluación Diagnóstica), se encuentra que para cada pregunta por separado, un porcentaje importante de alumnos seleccionaron la alternativa que

expresa conocimiento científico (P.3 con 15,4%, P.7 con 35,9%, y P.12 con 46,2%), mientras que al analizar la consistencia entre las tres preguntas, solo un estudiante (de los 39 sujetos de estudio, esto es sólo un 2,6%) logró expresar el conocimiento científico de manera consistente en sus respuestas (P.3,P.7 y P.12 contestadas correctamente). De forma similar, en las preguntas sobre estaciones del año (P.4, P.8 y P.13 del Instrumento de Evaluación Diagnóstica), nuevamente solo un estudiante<sup>13</sup> logró consistencia en sus respuestas.

A partir de los resultados obtenidos y los análisis que se hicieron en función de los ítems, de los temas y de la consistencia de las respuestas de los estudiantes, se puede afirmar que la mayoría de los estudiantes (97,3 %) utiliza concepciones alternativas para explicar el día y la noche y las estaciones del año. En el caso de las fases lunares y los eclipses lunares ningún estudiante logro expresar consistencia en sus respuestas.

Otra forma de evaluar la consistencia interna del Instrumento de Evaluación Diagnóstica se realizó mediante la aplicación este instrumento a tres personas con formación diferenciada, dos de los cuales (Persona 1 y Persona 2) corresponden a estudiantes del último año (nivel 9) de la Pedagogía en Física y Matemática de la Usach, y han asistido a variados cursos de formación general en astronomía (aparte de la formación obligatoria del curso Física del Universo), mientras que el tercer sujeto (Persona 3) corresponde a un profesional con formación de Magíster en Educación (pero sin formación general en astronomía). Los resultados obtenidos permitieron establecer, que en el caso de las Personas 1 y 2, el instrumento no identifica ninguna concepción alternativa. Sin embargo en el caso de la Persona 3, quien no posee formación general en astronomía (más allá de lo que le enseñaron durante su educación básica y media), el instrumento permitió identificar concepciones alternativas en los siguientes temas: estaciones del año, fases lunares y eclipses (lunares y solares). En otras palabras, el instrumento diseñado no identifica concepciones alternativas en personas con formación en temas de Universo, y si es capaz de hacerlo en personas que aun cuando tienen un alto nivel de formación académica (postgrado), no poseen mayor formación en temas de Universo.

### **Concepciones alternativas identificadas**

El ítem I del Instrumento, al tener como distractores concepciones alternativas identificadas en otras investigaciones, nos permitió identificar fácilmente cuales de estas concepciones eran utilizadas por los estudiantes como explicaciones para los temas abordados.

---

<sup>13</sup> En este caso no se trata del mismo estudiante que mostró consistencia en el tema día y noche

A continuación, nombraremos las concepciones alternativas con mayor porcentaje de respuesta para cada uno de los temas.

Concepciones alternativas Ítem I:

- Tema día y noche.
  - La Luna sólo es visible cuando es de noche.
  - El inicio y fin de un día es cuando la Tierra da una vuelta completa alrededor del Sol.
  - La causa del día y la noche es el movimiento de traslación.
  - Sólo es de noche si está la Luna.
- Tema estaciones del año.
  - Las estaciones del año son causadas por la cercanía y la lejanía de la Tierra con respecto al Sol.
- Tema fases lunares.
  - Las fases lunares son producidas por la sombra de la Tierra.
  - La Tierra es mucho más grande que la Luna y por esa razón no tiene fases.
- Tema eclipses.
  - La sombra de la Luna tapa a la Tierra es la causa de los eclipses lunares.
  - El Sol tapa a la Luna.
  - La Luna tapa al Sol.

El ítem II a través del análisis de los dibujos y los criterios de evaluación se ha evidenciado que los estudiantes tienen modelos mentales que corresponder a las concepciones alternativas, además de desconocer algunos de los contenidos que ya fueron abordados en años anteriores. A continuación, se presentarán algunas de las características más importantes sobre las respuestas de los estudiantes para este ítem con respecto a los temas abordados.

- Tema día y noche.
  - El día y la noche se produce por la rotación de la Tierra, donde el Sol y la Luna están fijos, la cara de la Tierra situada hacia el Sol está de día, mientras que la cara que da a la Luna está de noche (concepción alternativa)
  - Algunos estudiantes no logran dibujar algún modelo para representar la causa del día y la noche, es decir, sus dibujos son totalmente incoherentes.
  - Ningún estudiante considera como causa del día y la noche el ocultamiento del Sol detrás de la Luna y viceversa.
- Tema estaciones del año.

- La cercanía y lejanía al Sol son las causas de las estaciones del año (concepción alternativa detectada también el Ítem I).
- Las estaciones del año son producidas por la rotación terrestre (concepción alternativa)
- Tema fases lunares.
  - Los estudiantes no reconocen las principales fases lunares, y señalan fases inexistentes (Luna Sangrienta, Luna Azul, Crepuscular, Nada, Media Luna, entre otras).
- Tema eclipses.
  - La sombra de la Luna tapa a la Tierra es la causa de los eclipses lunares.
  - Se confunden los fenómenos de eclipses lunares y eclipses solares.
  - El Sol tapa a la Luna.
  - La Luna tapa al Sol, para explicar eclipses lunares.

El ítem III a partir del análisis de las respuestas y los criterios que se establecieron para la evaluación de cada una de las respuestas, se identificaron concepciones alternativas sobre los temas abordados. Nuevamente se evidencia que los estudiantes desconocen algunos contenidos contemplados en tercero básico. Se presenta a continuación algunas de las características más importantes sobre las respuestas de los estudiantes.

- Tema día y noche.
  - La traslación terrestre es la causa del día y la noche (concepción alternativa detectada también el Ítem I).
- Tema estaciones del año.
  - Se confunde los fenómenos de día y noche con las estaciones del año (verano- día e invierno-noche).
- Tema fases lunares y eclipses.
  - Los estudiantes no reconocen las fases lunares correspondiente cuando ocurre un eclipse solar y un eclipse lunar, y si la señalan no pueden justificarlas.
  - Los eclipses solares son fenómenos que se repiten cada año.

### **Fortalezas y limitaciones**

Las principales fortalezas del Instrumento diseñado radican en las innovaciones que incorpora, en comparación con los instrumentos utilizados en investigaciones previas en el área.

Una de estas innovaciones consiste en la implementación de la alternativa E en las preguntas del ítem I, que permite al estudiante expresar con sus propias palabras su respuesta a la pregunta planteada, cuando considere que las alternativas propuestas no responden adecuadamente. En términos del diseño, se decidió realizar dos modificaciones importantes al instrumento: la primera consiste en la eliminación de la pregunta 2, ya que un porcentaje considerable de estudiantes (25,6%) prefirió contestar a través de esta alternativa haciéndolo de manera correcta, lo que significa que el estudiante entendió la pregunta, supo responder, pero ninguna de las alternativas expresaba su pensamiento. La segunda modificación corresponde a la sustitución de una de las alternativas de la pregunta 6, ya que por una parte una de las alternativas originales obtuvo 0% de selección (los estudiantes la consideran poco verosímil y no la escogieron) y por otra parte los estudiantes utilizaron la alternativa E para expresar mayoritariamente una concepción alternativa que no estaba considerada en las alternativas distractoras por tratarse de una concepción en la cual se confunden los fenómenos de eclipses solares y lunares.

Una segunda innovación involucra a las preguntas 7 y 8 del ítem II, en cuya redacción se utilizaron cinco personajes, cuatro de ellos expresando una concepción alternativa, y solo uno presentando la explicación científica. En estas preguntas, los estudiantes además de seleccionar al personaje que consideraban que tenía razón, debían dibujar el modelo seleccionado. Esto permitió realizar un análisis de consistencia entre el modelo expresado por el personaje elegido y el esquema dibujado por el estudiante. A partir de este análisis se pudo establecer que aun cuando un porcentaje importante de estudiantes (P.7 76,9% y P.8 43,5%) eran capaces de seleccionar al personaje que expresaba el modelo científico, en algunos casos su dibujo representaba una concepción alternativa.

Entre las principales limitaciones asociadas al Instrumento de Evaluación Diagnóstica se hace mención al hecho de que a pesar de estar enfocado en contenidos de 1° y 3° año de Enseñanza Básica, el instrumento en sí no fue diseñado para ser aplicado en estos niveles. Esto se traduce en que el diseño del instrumento no contempló los obstáculos que puede percibir un estudiante de 1° o 3° año básico, como por ejemplo el lenguaje utilizado, la dificultad y cantidad de las tareas, por nombrar algunas. Sin embargo, este instrumento puede ser aplicado sin problemas a partir de 4° año básico, ya que los estudiantes de este nivel ya recibieron instrucción en los niveles previos (en 1° y 3° año básico) y la mayoría de las limitaciones presentadas anteriormente ya se han superado como la comprensión lectora, la capacidad para redactar respuestas, etc.

## **Modificaciones al Instrumento de Evaluación Diagnóstica**

Entre las principales modificaciones que fueron realizadas al Instrumento de Evaluación Diagnóstica (cuya versión final se encuentra en el Anexo 5: Instrumento de Evaluación Diagnóstica versión final), a partir del análisis de los resultados, se encuentra la eliminación de la pregunta 2. Esto se basa en las respuestas por medio de la alternativa E a esta pregunta, tanto en el caso de los estudiantes de séptimo año básico (un 33,3% de las respuestas) como en el caso de la aplicación a personas con formación diferenciada (100% de las respuestas), esto entrega información sobre la pertinencia de las alternativas presentadas, ya sean los distractores o la alternativa coherente con el conocimiento científico vigente, es destacable el caso de las personas con formación en astronomía, ya que contestaron utilizando el conocimiento científico, al señalar que un día termina y comienza otro debido a la rotación de la tierra, sin embargo en esta pregunta el objetivo era asociar el término de un día con las 00:00 horas, es decir con la medianoche.

La modificación a la pregunta 6 se basa en las respuestas de los estudiantes por medio de la alternativa E, sin embargo en este caso se trata de una respuesta recurrente (20,5% de las respuestas), que se refiere como causa de los eclipses lunares a que la Luna tapa al Sol, que reemplaza a un distractor a esta pregunta (c. *Las nubes ocultan la Luna*) que no fue elegido como respuesta.

De forma similar para la pregunta 7, uno de los personajes que argumentaba su punto de vista sobre la causa del día y la noche, no fue escogido por ningún estudiante (*Cristina por su parte señaló que de noche el Sol se oculta detrás de la Luna, mientras que de día es al revés*), por lo que se modificará su argumento teniendo en consideración la alternativa A de la pregunta 1 (también referente a el tema el día y la noche) debido a la cantidad de estudiantes que la escogieron como respuesta (30,8%).

## **Importancia de la Investigación y Proyecciones**

Compartimos el objetivo de la evaluación propuesto por el Mineduc, que señala que la evaluación debe proporcionar información que permita conocer las fortalezas y debilidades de los estudiantes y, a partir de ello, retroalimentar la enseñanza y potenciar los logros esperados dentro de la asignatura. Por lo que teniendo en consideración que los contenidos que son tratados en el Instrumento de Evaluación Diagnóstica son trabajados también en 1° año medio,



se considera que este instrumento puede ser aplicado previamente al trabajo de los contenidos en ese curso.

En consideración al análisis realizado, se puede establecer que los objetivos propuestos en esta investigación fueron cumplidos, ya que el Instrumento de Evaluación Diagnóstica permite efectivamente identificar las concepciones alternativas de los estudiantes en los contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo escogidos. Además, durante el trabajo de tesis, se recolectó suficiente evidencia para establecer que los datos obtenidos por medio de este instrumento son representativos de los sujetos de estudio y por lo tanto se puede afirmar que el Instrumento de Evaluación Diagnóstica propuesto en este trabajo de seminario es un instrumento válido y confiable.

Con respecto al Instrumento de Evaluación Diagnóstica, esperamos que represente una real contribución a la investigación de las concepciones alternativas en nuestro país en el campo de CTU. Además invitamos a todos los docentes que deseen utilizar este instrumento, a que lo apliquen en sus respectivos cursos de manera informada y contextualizada, de manera de mejorar su labor docente al conocer las concepciones alternativas de sus estudiantes.

## Referencias Bibliográficas

- Barbosa, L. (2013). Construcción, validación y calibración de un instrumento de medida del aprendizaje: test de ley de Bernoulli. *Educación en Ingeniería vol.8, n° 15*, 24-37.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 60-67.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las ciencias n° 13 (I)*, 81-96.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias vol. 2, n° 2*.
- Cox, C. (2011). Currículo escolar de Chile: génesis, implementación y desarrollo. *International de Education de Sevres*, 1-9.
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la escuela n°23*, 33-42.
- Cuéllar, Z. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-10.
- De Manuel, J. (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las ciencias 13 (2)*, 227-236.
- Delgado, R., & Cubilla, K. (2012). La necesidad de investigar la comprensión de conceptos básicos de astronomía y ciencias en general, en pre-media y media. *10° Latin american and Caribbean conference for engineering and technology*, (págs. 1-10). Panama City.
- Galperin, D., Raviolo, A., Señorans, L., & Prieto, L. (2012). El día y la noche: dificultades para la comprensión de un fenómeno muy cotidiano. *Simposio de Investigación en Educación en Física*, (págs. 1-12). Esquel.
- García, A., & Bolívar, J. (2008). Efecto de las simulaciones interactivas sobre las concepciones de los alumnos en relación con el movimiento armónico simple. *Revista Electrónica de enseñanza de las ciencias vol.7 n° 3*, 681-690.
- Gil, D. (1987). Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Investigación en la Escuela n°1*, 35-41.
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela n°23*, 17-32.
- Gil, M. J., & Martínez, M. (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las ciencias 23(2)*, 153-166.

- Grizales, M., Bermeo, D., Agudelo, J., & Sanchez, N. (2002). Preconceptos y conceptos erróneos acerca de las leyes del movimiento y sus aplicaciones en docentes de educación media que enseñan física en el departamento del Cauca. *Revista colombiana de física vol.34, n° 2*, 529-531.
- Jiménez, C., & Martínez, Y. (2011). Visiones y representaciones de estudiantes a través del dibujo. *Remo, Volumen VIII, número 21*, 24-31.
- Kikas, E. (2004). Teachers' Conceptions and Misconceptions Concerning Three Natural Phenomena. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING vol. 41, n° 5*, 432-488.
- Kriner, A. (2004). Las fases de la luna, ¿Cómo y cuando enseñarlas? *Ciência & Educação v.10, n° 1*, 111-120.
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa 5° edición*. Madrid: Pearson.
- Mineduc. (1996). *Decreto Supremo de Educación n°40*. Santiago.
- Mineduc. (2002). *Marco Curricular para educación básica, actualización 2002*. Santiago.
- Mineduc. (2009). *Marco curricular y actualización 2009 I° a IV° medio*. Santiago: Mineduc.
- Mineduc. (2011). *Estándares Orientadores Para Egresados De Carreras De Pedagogía En Educación Básica*.
- Mineduc. (2012). *Curriculum en línea*. Recuperado el 05 de Abril de 2015, de Las Bases Curriculares para la Educación Básica 2012: <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-14598.html>
- Mineduc. (2013). *Evaluación para el Aprendizaje en Ciencias Naturales*. Santiago: Ministerio de educación.
- Mora, C., & Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Revista Latinoamericana de Física Educativa vol.3, n°1*, 72-86.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Aprendizaje significativo subversivo*, (págs. 33-45). Lisboa.
- Moreira, M., & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *ciencia & educacao vol.9, n°2*, 301-315.
- OCDE. (s.f.). *OECD*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2015, de Better policies for better lives: <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>
- Pozo, J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias vol.17 n°3*, 513-520.

- Pozo, J. (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigaciones em ensino de ciencias vol.7 n° 3*, 245-270.
- Pujol, R. M. (2003). La Educación Científica en la Escuela Primaria . En R. M. Pujol, *Didácticas de las Ciencias en la Educación Primaria* (págs. 1-12). Santiago: Síntesis.
- Richardson, J. (1999). Concept inventories: tools for uncovering stem student's misconceptions. *Assessment and education research*, 19-25.
- Rufino, T., & Andoni, G. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Investigación educativa vol. 14 n° 2*, 92 - 105.
- Sánchez, P., & García, A. (2009). Desarrollo y Validación de un instrumento para medir la creatividad en alumnos sobresalientes . *Revista Iberoamericana de Educación n° 56*, 1-12.
- Varela, M., Perez, U., Serrallé, J., & Arias, A. (2013). Evolución de las concepciones sobre astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa con actividades de simulación. *IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, 3612-3617.
- Vega, A. (2001). Tenerife tiene seguro de sol (y de luna): representaciones del profesorado de primaria de primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las ciencias vol.19, n° 1*, 31-44.
- Vega, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. *Revista de Educación*, 475-500.
- Vilches, J., & Ramos, C. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la educación primaria española. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias Vol.12, n°1*, 2-21.
- Yu, K. C., Sahami, K., & Denn, G. (2010). Student Ideas about Kepler's Laws and Planetary Orbital. *Astronomy Education Review vol.9*, 17.

## **Materiales Anexos**

### **Anexo 1: Actividad exploratoria**

Como sujetos de estudio para la actividad exploratoria fueron escogidos estudiantes de 3 establecimientos mixtos de la Región Metropolitana, siendo dos de ellos pertenecientes a comunas periféricas (Puente Alto y La Pintana), mientras que el otro se encuentra en la comuna de Quinta Normal. La elección de los establecimientos educativos fue por disponibilidad y fueron entrevistados estudiantes de los niveles: 1° año básico, 3° año básico y 1° año medio

Para la evaluación de 1° año básico se aplicó el instrumento: “Prueba de Diagnóstico primer año básico” a 6 estudiantes. Para la elección de estos se solicitó a la profesora jefe que señalara 2 estudiantes que presenten un buen rendimiento, 2 estudiantes que presenten un rendimiento regular y 2 estudiantes cuyo rendimiento fuera insuficiente.

Para la evaluación de 3° año básico se aplicó el instrumento: “Prueba de Diagnóstico tercer año básico” a 6 estudiantes. Para la elección de estos se le solicitó a la profesora jefe del curso que escogiera al azar a los 6 estudiantes para participar de esta investigación.

Para la evaluación de 1° año medio se aplicó el instrumento: “Prueba de Diagnóstico primer año medio” a 15 estudiantes. La forma de elección de estos fue por medio del análisis de quienes habían contestado la evaluación completa del nivel (las Evaluaciones utilizadas corresponden a un 75% de los estudiantes del curso).

Los contenidos sobre Universo a evaluar por estas pruebas de diagnóstico fueron seleccionados a partir de los objetivos de aprendizaje y los indicadores de evaluación presentes en los Programas de Estudio de cada nivel escolar. Los resultados de esta experiencia nos permitieron evaluar la pertinencia de cada tarea para identificar las concepciones alternativas en las respuestas de los estudiantes. Algunos ejemplos de los tipos de tareas utilizadas fueron: lúdicas para primer año básico, análisis de dibujos y entrevistas para tercer año básico y preguntas de selección múltiple para primer año de Enseñanza Media.

A continuación, se presentan las 3 evaluaciones utilizadas:

## Prueba de diagnóstico primer año básico

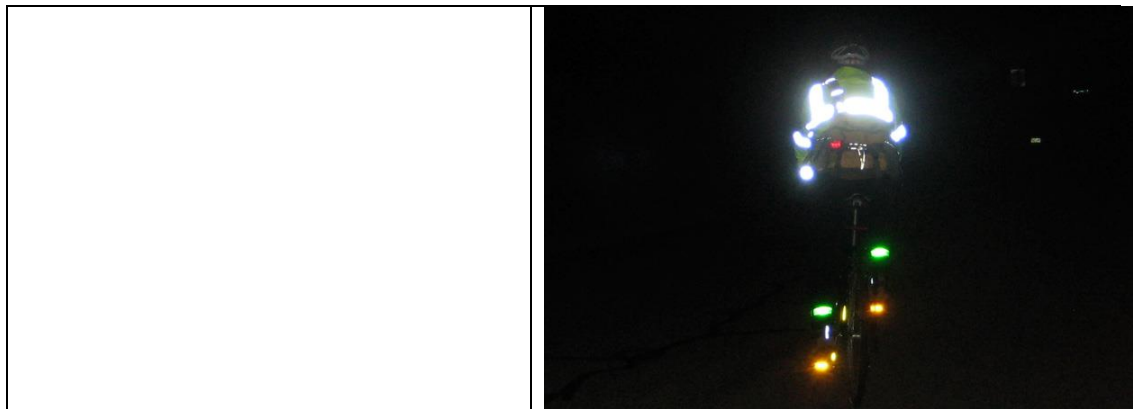
Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Objetivos: Este documento tiene como fin recoger datos sobre el conocimiento de los estudiantes sobre el día y la noche, las estaciones y como estos ciclos afectan o condicionan la vida.

- *Nota al docente: Debe registrar las respuestas de los estudiantes después de cada pregunta, se recomienda grabar el proceso de aplicación de la Evaluación.*

I. Preguntas orales sobre la noche y el día:

- a. ¿cómo sabes cuándo es de día?
  - b. ¿cómo sabes cuándo es de noche?
  - c. ¿Cuándo hay más luminosidad de día o de noche?
  - d. ¿Por qué crees que algunas flores sólo se abren de noche y no de día?
  - e. ¿Has visto la Luna durante el día?
- *Nota al docente: Puede mostrar las imágenes presentes en este documento y registrar las respuestas a las preguntas desde la f hasta la i, hacer uso de la presentación de PowerPoint de imágenes de apoyo del diagnóstico de primero medio.*
- f. ¿Por qué el ciclista tiene que llevar este tipo de protecciones? (diapositiva 2, ciclista conduciendo de noche con chaleco de seguridad)



- g. ¿Qué aspectos tienen en común estos animales nocturnos? (diapositiva 3, animales nocturnos)
- h. ¿Cuáles son los nombres de las estaciones?
- i. ¿En qué estación te vestirías así? (diapositivas 5-8, vestimentas según las estaciones)



- j. ¿Cuántas horas tiene el día? (Dé las siguientes opciones 12, 24, 30, 365)
- k. ¿Cuándo termina un día y empieza otro?

### **Prueba de diagnóstico tercer año básico**

El desarrollo de esta evaluación contempló una actividad de dibujo, en donde se solicitó a los estudiantes de tercer año básico que dibujaran las fases Lunares en una mitad de la hoja, mientras que en la otra mitad dibujaran un eclipse Lunar. Mientras los estudiantes dibujaban, se les hizo las preguntas: “*¿Cuáles son las fases Lunares?*” Y “*¿Por qué se producen?*”.

### **Prueba de diagnóstico primer año medio**

1. ¿Cuál es la forma de la Tierra?
2. ¿Conoces otra explicación sobre la forma de la Tierra? ¿Cuál?
3. ¿Por qué se produce el día y la noche?
4. ¿Has Visto la Luna de día? ¿Por qué se puede ver?
5. Nombrar las estaciones del año
6. ¿Por qué hace más calor en verano?
7. Nombrar las fases Lunares.
8. ¿Por qué se producen las fases Lunares?
9. Dibujar un esquema que explique el día y la noche.



## **Resultados actividad exploratoria**

Entre las concepciones alternativas detectadas en la actividad exploratoria, destacan las siguientes:

### **1° año básico:**

- Los estudiantes relacionan la ausencia de luz como indicador de la noche.
- Es de noche porque está la Luna
- Un día comienza en el amanecer, y termina en el amanecer del día siguiente.

### **3° año básico:**

- Los estudiantes no conocen las 4 fases Lunares, predomina entre las respuestas la Luna llena, la más omitida es la Luna nueva.
- La posición del Sol determina las fases Lunares.
- La sombra de la Tierra produce las fases Lunares.
- El Sol, la Luna y la Tierra tienen tamaños similares.
- Asimismo, las distancias entre el Sol y la Tierra y entre la Luna y la Tierra son similares.
- El eclipse Lunar es producido porque el Sol se sitúa entre la Tierra y la Luna

### **1° año medio:**

- La Tierra tiene forma ovalada o cilíndrica.
- El día y la noche se producen por la puesta del Sol o la Luna.
- Es de noche porque está la Luna
- La Luna no puede ser vista de día.
- Hace más calor en verano que en invierno porque la Tierra está más cerca del Sol.
- La temperatura de la Tierra aumenta con la rotación.
- Las fases Lunares son producidas por la rotación de la Luna.

## **Anexo 2: Consentimiento informado**

### **Consentimiento Informado**

El propósito de este documento es entregarle toda la información necesaria para que Ud. pueda decidir libremente si desea que su pupilo participe en la investigación que se le explicará a continuación, la cual no requiere preparación de los estudiantes, puesto que sus resultados dependen del conocimiento instintivo del estudiante.

#### **Datos del equipo de investigadores:**

**Nombre:** Daniel Alejandro Lobos Cea    **Rut:** 18.027.920-2    **Teléfono:** 8-8861947

**Nombre:** Gabriela Soledad Contreras    **Rut:** 18.119.362-k    **Teléfono:** 7-8169242

**Nombre:** Leonor Patricia Huerta Cancino    **Rut:** 11.644.985-4    **Teléfono:** 8-2612242

**Título del proyecto:** Desarrollo de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica sobre contenidos de Universo para Enseñanza Básica, que permita la identificación de concepciones alternativas en estudiantes que hayan aprobado Sexto Básico.

**Objetivo del estudio:** Diseñar una Evaluación diagnóstica que permita identificar las concepciones alternativas sobre contenidos de Universo de los estudiantes que ingresan a séptimo básico.

**Tipo de investigación:** proyecto para obtención de tesis de grado

**Resumen del proyecto:** Se evaluarán las respuestas de estudiantes de séptimo año básico a preguntas relacionadas a contenidos del eje Tierra y Universo, por medio de un Instrumento de Evaluación Diagnóstica de elaboración propia. El enfoque de esta evaluación es el de las concepciones alternativas, es decir las respuestas instintivas de los estudiantes sobre algunos fenómenos de la vida diaria, como son el día y la noche, las estaciones del año, las fases Lunares y los eclipses.

La aplicación de esta evaluación será en un horario a convenir y los participantes de la investigación serán estudiantes de 7° año básico del establecimiento, con la condición de que cualquier estudiante puede por elección propia no participar.

Este proyecto se enmarca dentro de nuestra tesis de grado como estudiantes de la Universidad de Santiago de Chile, en la carrera licenciatura en educación de física y matemáticas, y ha sido desarrollado bajo la tutela de la profesora Leonor Huerta Cancino, perteneciente al Departamento de Física de la misma universidad.

Los datos obtenidos serán organizados solo por medio del primer nombre de cada participante, para permitir la distinción entre respuestas. Los datos estarán a cargo del equipo de investigación de este estudio para el desarrollo de proyecto de tesis y para posibles publicaciones dentro de revistas científicas.

## ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,.....,  
Rut....., autorizo a mi hijo(a)..... A  
participar voluntariamente en la investigación “*Desarrollo de un instrumento de Evaluación  
Diagnóstica sobre contenidos de Universo para Enseñanza Básica, que permita la identificación  
de concepciones alternativas en estudiantes que hayan aprobado Sexto Básico*”, dirigida por la  
profesora Leonor Huerta Cancino, Investigadora Responsable, del Departamento de Física de  
la Universidad de Santiago de Chile.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de  
participación. En relación a ello, autorizo a mi hijo(a) a participar de la Evaluación Diagnóstica  
presentada sobre estudiantes de séptimo año básico a realizarse el día  
\_\_\_\_\_ en las dependencias del establecimiento educativo  
\_\_\_\_\_.

Declaro haber sido informado/a que la participación de mi hijo(a) no involucra ningún daño o  
peligro para su salud física o mental, que es voluntaria y que puede negarse a participar o dejar  
de participar en cualquier momento sin dar explicaciones o recibir sanción alguna.

Declaro saber que la información entregada será **confidencial y anónima**. Entiendo que la  
información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar  
las respuestas y opiniones de cada uno de modo personal.

\_\_\_\_\_  
Nombre Apoderado del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre investigador

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Firma

Fecha:

Fecha:

### Anexo 3: Instrumento de Evaluación Diagnóstica Aplicado

#### Evaluación Diagnóstica

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: 7ºbásico

**Ítem I: Encierra en una circunferencia la letra de la alternativa que consideres que sea más acertada. En caso de que tu respuesta no se encuentre dentro de las alternativas, puedes seleccionar la alternativa (e) y escribir a continuación tu respuesta.**

1. Cuando es de día: ¿dónde está la Luna?

- a. Se encuentra tapada por el Sol.
- b. Frente a otro lugar del planeta, en donde sea de noche.
- c. Dependerá del ciclo Lunar, a veces puede ser vista en el cielo de día.
- d. Está detrás de las montañas.
- e. Otra razón diferente, explícanos cuál:

.....

2. ¿Cuándo termina un día y empieza otro?

- a. Cuando la Tierra da una vuelta completa alrededor del Sol.
- b. Cuando es la medianoche.
- c. Cuando es el mediodía.
- d. Cuando amanece y aparece el Sol.
- e. Otra respuesta diferente, explícanos cuál:

.....

3. ¿Habrá día y noche en Venus? ¿Por qué?

- a. Sí, porque Venus también gira alrededor del Sol.
- b. No, porque Venus no tiene Luna.
- c. No, porque Venus está más cerca del Sol y siempre es de día.
- d. Sí, porque Venus gira en torno a su eje.
- e. Otra respuesta diferente, explícanos cuál:

.....

4. ¿Por qué hace más calor en verano que en invierno?

- a. Porque la Tierra se encuentra más cerca del Sol en verano.
- b. Se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra.
- c. Se debe al centro de la Tierra, que calienta más la zona del planeta en que es verano.
- d. Porque el Sol se acerca más a la Tierra.
- e. Otra razón diferente, explícanos cuál:

.....

5. Si estuvieses en la Luna, mirando hacia la Tierra. ¿Le verías fases a la Tierra de igual forma que ves fases lunares?
- No, porque la Tierra es mucho más grande que la Luna.
  - Sí, porque la luz solar también llega a la Tierra.
  - No, porque las fases Lunares dependen de la sombra de la Tierra.
  - Sí, porque la Luna tapanía la luz del Sol.
  - Otra respuesta diferente, explícanos cuál:

-----

6. ¿Por qué se producen los eclipses Lunares?
- El Sol tapa a la Luna.
  - La Luna pasa por la sombra de la Tierra.
  - Las nubes ocultan la Luna.
  - La sombra de la Luna tapa a la Tierra.
  - Otra razón diferente, explícanos cuál:

-----

**Ítem II: Para las siguientes actividades se te pedirá dibujar. Cualquier aclaración que permita entender mejor tu dibujo escríbela en el mismo recuadro.**

7. En un debate entre 5 amigos, se planteó la pregunta ¿Por qué se produce el día y la noche?, para la que cada amigo tenía una teoría propia:
- Simón** propuso que de día el Sol está más cerca de la Tierra, mientras que de noche el Sol se aleja.
  - Cristina** por su parte señaló que de noche el Sol se oculta detrás de la Luna, mientras que de día es al revés.
  - Diego** expresó que, en el Universo, la Tierra se encuentra en el centro entre la Luna y el Sol, y que con la Tierra girando se producía el día y la noche.
  - Alex** señaló que cuando aparecía la Luna, se hacía de noche, mientras que cuando la Luna se va del cielo, se hace de día.
  - Violeta** consideró que el movimiento de la Tierra, de rotación sobre sí misma producía el día y la noche.

¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_

A continuación, dibuja el modelo de quien consideres que está en lo correcto.



8. El mismo grupo de amigos, conversó sobre las causas de las estaciones del año, para lo que cada uno expuso sus ideas:

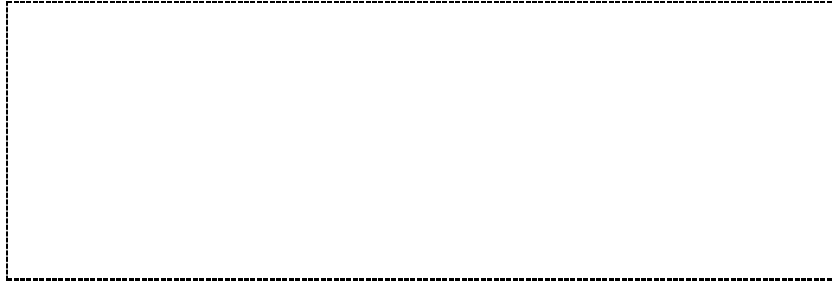
- **Simón** propuso que cuando es verano la Tierra está más cerca del Sol, mientras que en invierno la Tierra está más lejos.
- **Cristina** piensa que la rotación de la Tierra es la que genera las estaciones del año.
- **Diego** cree que los polos terrestres (la Antártida y el Ártico) son los responsables de que haya invierno todos los años.
- **Alex** señaló que la inclinación del eje de rotación terrestre permite que en verano los rayos del Sol lleguen más directos.
- **Violeta** consideró que las estaciones son producidas por las corrientes oceánicas y las marejadas.

¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_

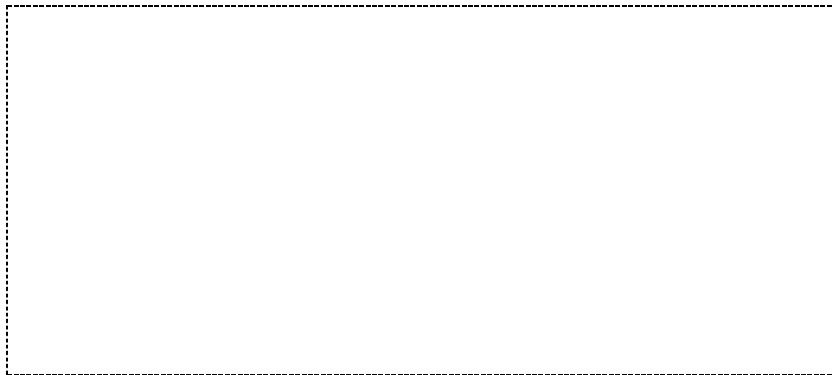
A continuación, dibuja la explicación que consideres correcta:

9. Dibuja en las casillas las cuatro fases Lunares principales y escribe sus respectivos nombres en el espacio de abajo.


10. Explica por medio de un dibujo cómo se producen las fases Lunares.



11. Dibuja al Sol, la Tierra y la Luna en sus posiciones durante un eclipse solar.



**Ítem III: Para las siguientes preguntas debes escribir tu respuesta en el recuadro correspondiente.**

12. Cuando en Chile continental es de noche, en China es de día: ¿Por qué sucede esto?

13. Marcela planea realizar un viaje a Francia en sus vacaciones de verano y al preparar su mochila guarda ropa de verano. Sin embargo, un amigo que ya había visitado Francia le señala que debe llevar ropa de invierno, porque cuando en Chile es verano en Francia es invierno. ¿Por qué crees que cuando en el hemisferio sur es verano, en el hemisferio norte es invierno?

14. ¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que se produzca un eclipse Lunar? ¿Por qué?

15. ¿En qué fase se debe encontrar la Luna para que ocurra un eclipse solar? ¿Por qué?

16. ¿Por qué no se producen eclipses solares todos los meses?



#### **Anexo 4: Encuesta de validación**

El propósito de esta encuesta es validar la Evaluación Diagnóstica elaborada para identificar las concepciones alternativas de estudiantes de 7° año básico; sobre algunos contenidos del eje Tierra y Universo de las Bases Curriculares, específicamente: día y noche, estaciones del año, fases lunares y eclipses. En su calidad de experto, sus consideraciones nos serán de mucha utilidad en pos de mejorar el instrumento de evaluación diagnóstica, por lo que agradecemos su buena disposición y tiempo para revisar el documento y contestar esta encuesta.

A continuación, le solicitamos que complete sus datos personales:

**Nombre:**

**Títulos y grados:**

**Tipo de establecimiento en que se desempeña:**

**Años de experiencia laboral:**

**¿Ha enseñado contenidos sobre Ciencias de la Tierra y Universo en los últimos 5 años?**

Instrucciones:

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 1- Completamente de acuerdo.
- 2- De acuerdo.
- 3- Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4- En desacuerdo.
- 5- Completamente en desacuerdo.

### Ítem I: Preguntas de selección múltiple

Indicador	Valoración
<p>La redacción de las preguntas de este ítem es clara y entendible.</p> <p>Cada pregunta se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).</p> <p>La dificultad de las preguntas de este ítem es apropiada para el nivel de séptimo año básico</p> <p>Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)</p> <p>Para un experto es fácil identificar la alternativa en concordancia con el conocimiento científico</p> <p>Las alternativas propuestas como distractores son verosímiles.</p>	
<h3>Ítem II: Actividades de dibujo</h3>	
Indicador	Valoración
<p>La redacción de las actividades de este ítem es clara y entendible.</p> <p>Cada actividad se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).</p> <p>La dificultad de las actividades de este ítem es apropiada para el curso de séptimo año básico</p> <p>Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)</p> <p>El espacio dedicado a la respuesta es apropiado al dibujo solicitado en la actividad</p> <p>En las actividades 7 y 8 las visiones de los personajes son distinguibles y se diferencian claramente</p>	

<b>Ítem III: Preguntas abiertas</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
<p>La redacción de las preguntas de este ítem es clara y entendible.</p> <p>Cada pregunta se enfoca en un concepto en particular (y no en múltiples conceptos).</p> <p>La dificultad de las preguntas es apropiada para el curso de séptimo año básico</p> <p>Las preguntas abordan los objetivos de aprendizaje esperados de los niveles 1° y 3° año básico (presentados al final del documento)</p> <p>El espacio dedicado a la respuesta es apropiado</p>	
<p>En el siguiente recuadro comente las observaciones o recomendaciones que considere relevantes sobre el instrumento de evaluación.</p>	
<b>Objetivos de Aprendizaje relacionados al eje Tierra y Universo</b>	
<b>Primer año de educación básica</b>	
<p><b>OA11:</b> 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.</p> <p><b>OA12:</b> Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.</p>	
<b>Tercer año de educación básica</b>	
<p><b>OA11:</b> 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.</p> <p><b>OA12:</b> Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra.</p> <p><b>OA13:</b> 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 Sol, entre otros.</p>	

**Anexo 5: Instrumento de Evaluación Diagnóstica versión final**

**Evaluación Diagnóstica**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Curso:** 7ºbásico

**Ítem I: Encierra en una circunferencia la letra de la alternativa que consideres que sea más acertada. En caso de que tu respuesta no se encuentre dentro de las alternativas, puedes seleccionar la alternativa (e) y escribir a continuación tu respuesta.**

1. Cuando es de día: ¿dónde está la Luna?
- a. Se encuentra tapada por el Sol.
  - b. Frente a otro lugar del planeta, en donde sea de noche.
  - c. Dependerá del ciclo Lunar, a veces puede ser vista en el cielo de día.
  - d. Está detrás de las montañas.
  - e. Otra razón diferente, explícanos cuál:

.....

2. ¿Habría día y noche en Venus? ¿Por qué?
- a. Sí, porque Venus también gira alrededor del Sol.
  - b. No, porque Venus no tiene Luna.
  - c. No, porque Venus está más cerca del Sol y siempre es de día.
  - d. Sí, porque Venus gira en torno a su eje.
  - e. Otra respuesta diferente, explícanos cuál:

.....

3. ¿Por qué hace más calor en verano que en invierno?
- a. Porque la Tierra se encuentra más cerca del Sol en verano.
  - b. Se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra.
  - c. Se debe al centro de la Tierra, que calienta más la zona del planeta en que es verano.
  - d. Porque el Sol se acerca más a la Tierra.
  - e. Otra razón diferente, explícanos cuál:

.....

4. Si estuvieses en la Luna, mirando hacia la Tierra. ¿Le verías fases a la Tierra de igual forma que ves fases lunares?
- a. No, porque la Tierra es mucho más grande que la Luna.
  - b. Sí, porque la luz solar también llega a la Tierra.
  - c. No, porque las fases Lunares dependen de la sombra de la Tierra.
  - d. Sí, porque la Luna tapanía la luz del Sol.
  - e. Otra respuesta diferente, explícanos cuál:

5. ¿Por qué se producen los eclipses Lunares?

- a. El Sol tapa a la Luna.
- b. La Luna pasa por la sombra de la Tierra.
- c. Las nubes ocultan la Luna.
- d. La sombra de la Luna tapa a la Tierra.
- e. Otra razón diferente, explícanos cuál:

**Ítem II: Para las siguientes actividades se te pedirá dibujar. Cualquier aclaración que permita entender mejor tu dibujo escríbela en el mismo recuadro.**

6. En un debate entre 5 amigos, se planteó la pregunta ¿Por qué se produce el día y la noche?, para la que cada amigo tenía una teoría propia:

- **Simón** propuso que de día el Sol está más cerca de la Tierra, mientras que de noche el Sol se aleja.
- **Cristina** por su parte señaló que como la Tierra gira alrededor del Sol se produce el día y la noche.
- **Diego** expresó que, en el Universo, la Tierra se encuentra en el centro entre la Luna y el Sol, y que con la Tierra girando se producía el día y la noche.
- **Alex** señaló que cuando aparecía la Luna, se hacía de noche, mientras que cuando la Luna se va del cielo, se hace de día.
- **Violeta** consideró que el movimiento de la Tierra, de rotación sobre sí misma producía el día y la noche.

¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_

A continuación, dibuja el modelo de quien consideres que está en lo correcto.



7. El mismo grupo de amigos, conversó sobre las causas de las estaciones del año, para lo que cada uno expuso sus ideas:

- **Simón** propuso que cuando es verano la Tierra está más cerca del Sol, mientras que en invierno la Tierra está más lejos.
- **Cristina** piensa que la rotación de la Tierra es la que genera las estaciones del año.

- **Diego** cree que los polos terrestres (la Antártida y el Ártico) son los responsables de que haya invierno todos los años.
- **Alex** señaló que la inclinación del eje de rotación terrestre permite que en verano los rayos del Sol lleguen más directos.
- **Violeta** consideró que las estaciones son producidas por las corrientes oceánicas y las marejadas.

¿Quién crees que tiene la razón? \_\_\_\_\_

A continuación, dibuja la explicación que consideres correcta:

8. Dibuja en las casillas las cuatro fases Lunares principales y escribe sus respectivos nombres en el espacio de abajo.


9. Explica por medio de un dibujo cómo se producen las fases Lunares.

10. Dibuja al Sol, la Tierra y la Luna en sus posiciones durante un eclipse solar.

