

Identificación de concepciones alternativas sobre Universo de profesores de Física en formación



Leonor Huerta Cancino

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694, Col. Irrigación, Miguel Hidalgo, C. P. 11500, Ciudad de México.

E-mail: leonor.huerta@usach.cl

(Received 28 May 2016, accepted 2 October 2016)

Resumen

En este trabajo se aplicó una versión modificada de la prueba estandarizada Astronomy Diagnostic Test v2.0 a dos grupos de alumnos de segundo año de la Pedagogía en Física y Matemática en la Universidad de Santiago de Chile, durante los años 2014 y 2015. Los resultados se analizaron con el objetivo de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes en tópicos de Astronomía. Se encontró que ambos grupos obtuvieron resultados similares: el mayor puntaje alcanzado fue 71% (2014 y 2015); mientras que el menor puntaje fue de 14% (2014 y 2015). El promedio del curso fue un 42% (2014), y un 33% (2015). El análisis más detallado (pregunta por pregunta, y por bloque de temas) también mostró similitudes notables y permitió determinar concepciones alternativas en los siguientes tópicos: movimientos en la esfera celeste, tamaños y distancias a escala, fases de la Luna, eclipses y estaciones del año, temperatura, color y brillo de las estrellas.

Palabras clave: Concepciones alternativas, Ciencias de la Tierra y el Universo, Formación inicial docente.

Abstract

In this research, a modified version of the standardized test Astronomy Diagnostic Test v2.0 was applied to two groups of students from second year of Pedagogy in Physics and Mathematics at the University of Santiago, Chile, in 2014 and 2015. The results were analyzed in order to identify alternative conceptions of students on topics of astronomy. It was found that both groups had similar results: the highest score achieved was 71% (2014 and 2015); while the lowest score was 14% (2014 and 2015). The course's average score was 42% (2014) and 33% (2015). A more detailed analysis (question by question, and subject block) also showed remarkable similarities and allowed to identify alternative conceptions on the following topics: movements in the celestial sphere, sizes and distances to scale, moon phases, eclipses and seasons, temperature, color and brightness of stars.

Keywords: Alternative conceptions, Earth and Space Science, Teacher education.

PACS: 01.40.Fk , 01.40.Jp , 01.40.Ha

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Cuando los estudiantes van a clases, no llegan con la mente en blanco: ya tienen sus propias ideas o concepciones sobre diversos fenómenos naturales, temas y situaciones, que no necesariamente son acordes con los conceptos científicos aceptados. En diversas investigaciones realizadas sobre el conocimiento o ideas que tienen los alumnos sobre el "mundo socio-natural" realizadas durante las décadas de los 70's y los 80's, Cubero [1] consigna una serie de términos usados que no presentan una definición explícita por parte de los investigadores, quienes incluso los usan como sinónimos. Entre los términos encontrados [1], se tienen: Concepciones erróneas (misconceptions), Preconcepciones (preconceptions), Ciencia de los niños (children's science), Marcos alternativos (alternative frameworks),

Concepciones alternativas (alternative conceptions), Razonamiento espontáneo (spontaneous reasoning), Ideas ingenuas (naive ideas), Ideas pre-instruccionales (pre-instructional ideas), Representaciones (representations), Esquemas conceptuales alternativos. En el contexto de esta investigación, se utilizará el término *Concepciones Alternativas* entendiéndolo como representaciones mentales de los alumnos acerca del mundo natural, previas a una acción escolar específica.

Según Cuellar [2], una forma de mejorar la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en general, y de la Física en particular, consiste en detectar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre una temática particular, analizar cómo estas concepciones alternativas influyen en el proceso de aprendizaje, facilitándolo o limitándolo [2], y con esta información diseñar (o elegir) alguna estrategia de

aprendizaje que considere estas concepciones alternativas y facilite producir un cambio conceptual en el estudiante. Esto es relevante ya que diversos estudios han mostrado que una característica importante de las concepciones alternativas es su persistencia [3].

También puede ocurrir que las concepciones alternativas del propio docente influyan en que sus estudiantes formen concepciones alternativas erróneas [4, 5] En este sentido, los profesores deberían dominar el conocimiento científico en los temas que enseñan, así como también deberían ser capaces de diferenciar entre los conceptos científicos y las concepciones alternativas más comunes en los tópicos que enseñan en la escuela [4]. Sin embargo, estudios en diversos países [6] señalan las dificultades que tienen los docentes para enseñar ciencias debido principalmente a su falta de confianza y su bajo dominio conceptual. En este sentido, un paso importante consiste en reforzar la formación inicial docente de estudiantes de carreras de pedagogía en ciencia.

En el caso particular de las Ciencias de la Tierra y el Universo (Earth and Space Sciences, en inglés), sus contenidos son interdisciplinarios: consideran elementos de Física, Química, Geología y Biología, lo que acentúa el problema del bajo nivel de conocimiento de contenido de los docentes. También se debe considerar que las Ciencias de la Tierra y el Universo (CTU) han sido incorporadas desde hace relativamente poco tiempo como contenido de los programas de estudio de diversos países, por lo que muchos profesores no fueron preparados en esos temas durante su formación inicial docente.

El objetivo principal de este estudio consistió en identificar las concepciones alternativas que difieren del conocimiento científico vigente, de estudiantes de la Pedagogía en Física y Matemática (de la Universidad de Santiago de Chile), en contenidos seleccionados del área de las Ciencias de la Tierra y el Universo del Currículo Nacional vigente en Chile [7, 8, 9, 10], y en relación a los Estándares Orientadores para las carreras de Pedagogía en Educación Media [11].

La investigación se planteó desde el paradigma cuantitativo, en modalidad experimental. Los sujetos de estudio fueron estudiantes inscritos en los cursos semestrales "Física del Universo" y "Física de la Tierra", de segundo año de la Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile. Se trata de cursos obligatorios en la malla curricular de esta carrera universitaria, y en promedio se inscriben 35 estudiantes. El muestreo es no probabilístico, del tipo por conveniencia: esto es, estudiantes inscritos en un mismo curso [12].

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se planteó desde el paradigma cuantitativo, en modalidad experimental. Los sujetos de estudio fueron estudiantes inscritos en los cursos semestrales "Física del Universo" y "Física de la Tierra", de segundo año de la Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile. Se trata de cursos

obligatorios en la malla curricular de esta carrera universitaria, y en promedio se inscriben 35 estudiantes. El muestreo es no probabilístico, del tipo por conveniencia: esto es, estudiantes inscritos en un mismo curso [12].

El diseño de la investigación contempló usar como instrumento de recogida de datos la aplicación de una prueba de conceptos estandarizada, para identificar concepciones alternativas de los estudiantes, sobre conceptos relativos a las Ciencias de la Tierra y el Universo. Para seleccionar una prueba estandarizada que sirviera a los objetivos de esta investigación, se revisó la literatura especializada, y se verificó que los conceptos abordados por las preguntas estuvieran en concordancia con los contenidos descritos en los Programas de Estudios del Currículo Nacional vigente en el país (Bases Curriculares y Marco Curricular) [7, 8, 9, 10].

Durante el segundo semestre de 2014, y el primer semestre de 2015 se aplicó una versión modificada de una prueba diagnóstica previamente validada: el Astronomy Diagnostic Test (ADT versión 2.0) El ADT 2.0 fue desarrollado por el grupo multi-institucional Collaboration for Astronomy Education Research (CAER) en el año 1999 [13, 14]. Es una prueba escrita, que consta de 33 preguntas de selección múltiple, de las cuales las primeras 21 tratan sobre conceptos de astronomía comúnmente presentes en cursos introductorios de astronomía en carreras de pregrado universitarias [14]. Las últimas 12 preguntas son de tipo demográfico (edad, género, origen étnico, entre otros).

Las modificaciones realizadas al test ADT v2.0 fueron mínimas y no alteraron de manera alguna el objetivo del test: primero, se expresaron las unidades de distancia en el sistema métrico (preguntas 3 y 15) porque es el sistema operante en el lugar de residencia de los sujetos de estudio, y en la pregunta n° 12 se cambió la referencia a la constelación de la Osa Mayor (que no es posible observar desde Santiago de Chile), por la constelación de Orión (que sí es posible de observar).

III. EVIDENCIAS

Durante Agosto de 2014 se aplicó la versión 2.0 del ADT en español [13] con las modificaciones descritas incorporadas, a un grupo de 41 alumnos (16 mujeres y 25 hombres), inscritos en el curso Física del Universo, que corresponde al segundo año de la Pedagogía en Física y Matemática (G2014-A). Posteriormente, durante el año académico 2015, la misma prueba fue aplicada a un nuevo grupo de 34 estudiantes (17 mujeres y 17 hombres) inscritos en el curso Física de la Tierra, que también corresponde al segundo año de la Pedagogía en Física y Matemática (G2015-A). Los resultados generales para ambos grupos se muestran en la Tabla I. Puede observarse una total coincidencia para los puntajes mayor y menor en ambas aplicaciones. Para G2014-A el puntaje promedio del curso fue significativamente mayor (42%) que para G2015-A (33%), y en general, mayor que los resultados de estudios previos reportados por Hufnagel [13] (similares a un 32%

de promedio que obtuvieron 21 de 22 cursos de pregrado de diversas universidades en Estados Unidos). Respecto a los resultados por género, para G2014, los estudiantes hombres obtuvieron puntajes significativamente superiores a las estudiantes mujeres, en concordancia con los resultados de estudios previos [13], pero para G2015-A la situación fue inversa: las estudiantes mujeres obtuvieron puntajes significativamente superiores a los estudiantes hombres.

TABLA I. Resumen de resultados obtenidos por cada grupo.

Categoría	G2014-A	G2015-A
Puntaje mayor	71%	71%
Puntaje menor	14%	14%
Puntaje promedio	42%	33%
Desviación estándar	13%	12%
Puntaje promedio hombres	45%	31%
Puntaje promedio mujeres	38%	35%
Nº de hombres	25	17
Nº de mujeres	16	17

La figura 1 muestra el porcentaje de selección de la alternativa correcta (barra azul) junto a la alternativa incorrecta con mayor porcentaje de selección (barra roja), para cada una de las 21 preguntas de contenido del test, para el grupo G2014-A.

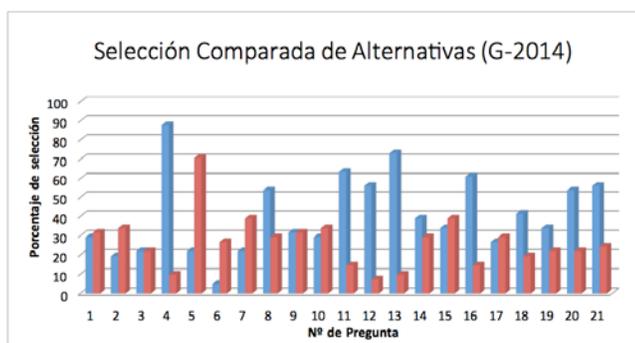


FIGURA 1. Porcentaje de respuestas correctas (en azul) y de incorrectas con mayor selección (en rojo) para G2014-A.

Análogamente, la figura 2 muestra el porcentaje de selección de la alternativa correcta (barra azul) junto a la alternativa incorrecta con mayor porcentaje de selección (barra roja), para cada una de las 21 preguntas de contenido del test, para el grupo G2015-A.

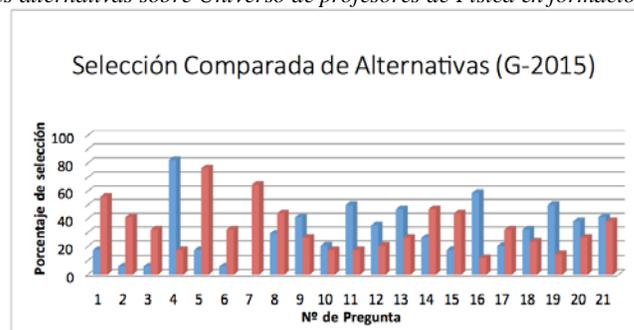


FIGURA 2. Porcentaje de respuestas correctas (en azul) y de incorrectas con mayor selección (en rojo) para G2015-A.

IV. ANÁLISIS

Para analizar esta información, se definieron tres categorías (o unidades) de análisis:

C₁: preguntas en las cuales la alternativa correcta y la incorrecta de mayor elección por parte de los alumnos presentan porcentajes similares (diferencias menores a un 5%).

C₂: preguntas en que la alternativa incorrecta tiene significativamente un mayor porcentaje de elección que la alternativa correcta (diferencias mayores a un 5%).

C₃: preguntas para las cuales la alternativa correcta tiene significativamente un mayor porcentaje de elección que la alternativa incorrecta (diferencias mayores a un 5%).

A modo de ejemplo, para cada categoría se encuentra (para el grupo G2014-A) que:

En la categoría C₁ se encuentra la pregunta 10, para la cual la alternativa correcta obtuvo un 29,3% y la alternativa incorrecta de mayor elección obtuvo un 34,1%, esto es, obtienen porcentajes con una diferencia menor a un 5%.

En la categoría C₂ se encuentra la pregunta 5, para la cual la alternativa correcta obtuvo un 22% y la alternativa incorrecta de mayor elección obtuvo un 70,7%, es decir, la alternativa incorrecta obtiene un nivel de selección muy superior al de la alternativa correcta (mayor a un 5%).

En este sentido, de las tres categorías definidas, la categoría C₃ representa el tipo de preguntas que obtuvieron el mejor resultado, en cambio C₁ y C₂ agrupan preguntas sobre conceptos para los cuales los alumnos significativamente identifican respuestas que no coinciden con el conocimiento científico vigente. El análisis de las respuestas a las preguntas de estas dos categorías se usó para determinar el conjunto de concepciones alternativas con mayor significancia en los sujetos de la muestra.

La Tabla II muestra los números de las preguntas clasificadas en las categorías C₁, C₂ y C₃. En las preguntas marcadas con (*) la alternativa incorrecta obtuvo porcentajes de selección mayores al 50%, y en las preguntas marcadas con (**) la alternativa correcta obtuvo porcentajes superiores al 50%.

TABLA II. Preguntas por categoría para los grupos de estudio.

Categoría	G2014 - A	G2015 - A
C ₁	1, 3, 9, 10, 15, 17	10, 21
C ₂	2, 5*, 6, 7	1*, 2, 3, 5*, 6, 7*, 8, 14, 15, 17
C ₃	4**, 8**, 11**, 12**, 13**, 14, 16**, 18, 19, 20**, 21**	4**, 9, 11**, 12, 13, 16**, 18, 19**, 20

Los datos en la Tabla II muestran que la categoría C₃, que corresponde a preguntas para las cuales la alternativa correcta tiene significativamente un mayor porcentaje de elección que la alternativa incorrecta, concentra el mayor número de preguntas, como también el mayor número de preguntas en las cuales la alternativa correcta fue seleccionada por más del 50% de los alumnos. Es decir, los alumnos mostraron un mejor rendimiento justamente en estas preguntas. En el caso del grupo G2014-A, para las preguntas n° 14, 18 la alternativa correcta alcanzó porcentajes de 40% y sólo en la n° 19 la alternativa correcta fue seleccionada en un porcentaje menor (34%). Para el grupo G2015-A la situación es levemente diferente, ya que

la alternativa correcta obtuvo un porcentaje de 40% en la pregunta n° 9, mientras que en las preguntas n° 12, 13, 18 y 20 la alternativa correcta obtuvo porcentajes menores a 35%. Tomando en consideración las razones expuestas, las preguntas de la categoría C₃ que se consideran de muy bajo rendimiento de parte de los estudiantes, son las n° 12, 13, 18, 19 y 20.

Respecto a las categorías C₁ y C₂ hay sólo cuatro preguntas que no coinciden para cualquiera de los dos grupos: las n° 8, 9, 14 y 21. Todo el resto de las preguntas (1, 2, 3, 5, 7, 10, 15 y 17) comparten el hecho de que la alternativa correcta alcanza porcentajes menores (20% de selección) o, en el mejor caso, iguales que la alternativa incorrecta de mayor puntaje. De esta forma, las categorías C₁ y C₂ aportan las preguntas n° 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15 y 17 a las consideradas de muy bajo rendimiento de parte de los estudiantes.

En la Tabla III se presentan los enunciados de las preguntas en las cuales los estudiantes manifiestan concepciones alternativas. Se muestran los enunciados de estas preguntas, de sus alternativas correctas y de las incorrectas de mayor elección para los grupos G2014-A y G2015-A.

TABLA III. Comparación entre las alternativas incorrectas de mayor elección para G2014-A y G2015-A. (1): Alternativa Correcta; (2): Alternativa Incorrecta de mayor porcentaje de selección para G2014-A; y (3): Alternativa Incorrecta de mayor porcentaje de selección para G2015-A.

Enunciado de la Pregunta	Alternativa Correcta (1)	Alternativa Incorrecta mayoritaria G2014-A (2)	Alternativa Incorrecta mayoritaria G2015-A (3)
1. ¿Observando desde la ciudad en que vives, cuándo es que un asta de bandera vertical no produce sombra alguna debido a que el Sol se encuentra directamente sobre el asta bandera?	Nunca desde este lugar	Todos los días al mediodía	Todos los días al mediodía
2. ¿En qué fase se debe de encontrar la Luna cuando aparenta cubrir por completo al Sol (un eclipse)?	Nueva	Llena	Llena
3. Imagina que estas construyendo un modelo a escala de la Tierra y la Luna. Vas a utilizar una pelota de basketball de 30 cm de diámetro para representar a la Tierra y una pelota de tenis de 7 cm para la Luna. ¿Qué tan lejos de la superficie de la pelota de basketball debes colocar la pelota de tenis para mantener la escala de distancia apropiada?	9 m	90 cm	90 cm
5. ¿Cómo se compara la velocidad de las ondas de radio con la velocidad de la luz visible?	Ambas viajan a la misma velocidad.	Las ondas de radio son mucho más lentas	Las ondas de radio son mucho más lentas
7. Imagina que la órbita de la Tierra fuera cambiada a ser un círculo perfecto alrededor del Sol tal que la distancia al Sol nunca cambiara. ¿Cómo afectaría esto a las Estaciones del Año?	Continuaríamos experimentando las Estaciones de la misma manera que ahora.	Ya no experimentaríamos diferencias entre las Estaciones del Año.	Ya no experimentaríamos diferencias entre las Estaciones del Año.

10. Así es como se vería el cielo al mediodía en cierta fecha si pudiéramos ver las estrellas durante el día. El Sol se encuentra cerca de las estrellas de la constelación de Géminis. ¿Cerca de cuál constelación esperarías localizar al Sol al atardecer?	Géminis	Tauro	Leo
12. Vistas desde tu ciudad, las estrellas de la constelación de Orión pueden ser conectadas con líneas imaginarias para formar la figura del cazador: dos trapezoides conectados por el cinturón de Orión (las "tres Marías"). ¿Hasta dónde tendríamos que viajar para observar un cambio notable en la figura de la constelación?	A una estrella distante	Plutón	Plutón
13. ¿Cuál de estas listas está arreglada correctamente en orden de lo más cercano a lo más lejano de la Tierra?	Luna, Sol, Plutón, estrellas	Luna, Plutón, Sol, estrellas	Luna, Sol, estrellas, Plutón
15. Una persona está leyendo un periódico parada a una distancia de 1,5 m de una mesa sobre la cual tenemos un foco encendido de 100 watts. Imagina que la mesa se retira a una distancia de 3 m. ¿Cuántos focos en total tendrían que ser colocados sobre la mesa para alumbrar al periódico con la misma cantidad de luz que antes?	Cuatro focos	Dos focos	Dos focos
17. ¿De qué color son las estrellas de mayor temperatura?	Azul	Rojo	Rojo
18. El siguiente diagrama muestra a la Tierra, al Sol y a 5 posibles posiciones diferentes para la Luna. ¿Qué posición de la Luna causaría que desde la Tierra se la observase como en la figura de la derecha?	D (nueva visible)	A (llena)	A (llena)
19. Observas a la Luna Llena salir por el Este. ¿Cómo se vería 6 horas después?	C (llena)	B (creciente)	B (creciente)
20. Tu dedo pulgar es apenas suficiente para cubrir por completo al Sol cuando extiendes el brazo completamente. ¿Cuál objeto utilizarías para cubrir al Sol si estuvieras en Saturno, el cuál se encuentra 10 veces mas alejado del Sol que la Tierra?	un fideo de espagueti.	un lápiz	Un pelo

V. CONCLUSIONES

Al revisar la información en la Tabla III, es evidente que en ambas ocasiones (ADT 2014-A y ADT 2015-A) los alumnos eligieron en mayor porcentaje exactamente las mismas alternativas incorrectas para la gran mayoría de las preguntas del test. Dentro de las posibles interpretaciones para este resultado, es altamente probable que los alumnos hayan desarrollado y consolidado estas concepciones alternativas durante la enseñanza básica y media, ya que los alumnos de la muestra (profesores de Física y Matemática en formación) en su gran mayoría no habían asistido a cursos de astronomía a nivel universitario (previos a la rendición del test), por lo que su conocimiento sobre estos contenidos debieron adquirirlos durante su formación escolar obligatoria (los contenidos del test ADT están

incluidos en los Programas de Estudio para enseñanza básica y media).

Considerando que las preguntas de la Tabla III presentan los menores porcentajes de selección de la alternativa correcta, y además muestran altos porcentajes de elección de una de las alternativas incorrectas, y teniendo en consideración los distintos elementos del análisis realizado, se considera que estas preguntas son las que efectivamente permiten identificar concepciones alternativas de los alumnos. Estos contenidos pueden ser ordenados en tres niveles:

- Conceptos Básicos: Movimientos en la esfera celeste, tamaños y distancias a escala.
- Conceptos Intermedios: Fases de la Luna, Eclipses y Estaciones del año.
- Conceptos Avanzados: Temperatura, color y brillo de las estrellas.

En el análisis por pregunta, se observa que para la pregunta n° 2, los alumnos identifican mayoritariamente que la Luna debe estar en la fase de Luna Llena cuando se produce un eclipse de Sol, cuando en realidad debe estar en fase de Luna Nueva. Posibles interpretaciones sobre esta concepción alternativa corresponden a: (i) los alumnos no identifican claramente las características de la fase de Luna Nueva, (ii) los alumnos relacionan la fase de Luna Llena con un mayor tamaño de la Luna, necesario para poder “tapar” al Sol durante un eclipse, (iii) los alumnos no conocen las características de un eclipse de Sol, entre otras posibles interpretaciones.

Para la pregunta n° 7, los alumnos consideran que la distancia entre la Tierra y el Sol juega un papel preponderante como causa de las estaciones del año. En la pregunta 17, los alumnos relacionan el color rojo con mayor temperatura de las estrellas, probablemente porque en su experiencia cotidiana las llaves de agua caliente se identifican con el color rojo y las de agua fría con el color azul, aunque la experiencia cotidiana también debería reportarles la observación de llamas más azules o más rojizas (o anaranjadas) para el fuego de la cocina o el calefont.

Por último, una vez identificadas las concepciones alternativas, se hace necesario diseñar e implementar secuencias didácticas apropiadas (que utilicen metodologías centradas en el estudiante), que faciliten el aprendizaje significativo de estos contenidos científicos, por parte de los profesores de Física en formación. Lograr que los futuros profesores de Física evolucionen desde sus concepciones alternativas, y enseñen a sus propios alumnos contenidos acordes con el conocimiento científico vigente [15, 16], significará un aporte en pos de mejorar la calidad de la educación y en la alfabetización científica de la comunidad. En cuanto a los profesores ya en ejercicio, sería importante que el sistema les ofrezca cursos de apropiación curricular sobre estos contenidos, en el marco de algún programa de Educación Continua.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes de la Licenciatura en Educación de Física y Matemática (LEFM - USACH), por su actitud y predisposición a colaborar como sujetos de esta investigación. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la autora, en el programa de Doctorado en Física Educativa del Instituto Politécnico Nacional (IPN - de la Ciudad de México) y contó con apoyo institucional de la Universidad de Santiago de Chile, a través del financiamiento del proyecto de innovación docente PID006-2014-2016.

REFERENCIAS

- [1] Cubero, R., *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?*, Investigación en la Escuela **23**, 33-42 (1994).
- [2] Cuellar, Z., *Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia*. Revista Iberoamericana de Educación **50**, 1-10 (2009).
- [3] Varela, M., Pérez, U., Serrallé, J. y Arias, A., *Evolución de las concepciones sobre astronomía del profesorado en formación tras una intervención educativa conactivada desde simulación*, IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Girona, 3612-3617 (2013).
- [4] Kikas, E., *Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena*, Journal of Research in Science Teaching **41**, 432-448 (2004).
- [5] Schoon, K. J., *The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of preservice elementary teachers*. Journal of Elementary Science Education **7**, 27-46 (1995).
- [6] Kriner, A., *Las fases de la Luna, ¿cómo y cuándo enseñarlas?* Ciência & Educação, **10**:111-120 (2004).
- [7] Ministerio de Educación, *Bases Curriculares Ciencias Naturales*, (2012), <<http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-propertyvalue-49397.html>>, consultado el 27 de julio de 2014.
- [8] Ministerio de Educación, *Bases Curriculares 7° y 8° Básico - 1° y 2° Medio*, (2013), <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/index5_int.php?id_portal=47&id_contenido=17116&id_seccion=3264&c=6938>, consultado el 28 de julio de 2014.
- [9] Ministerio de Educación, *Programa de Estudio 3° medio*, (2013), <<http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-30013.html>>, consultado el 28 de julio de 2014.
- [10] Ministerio de Educación, *Programa de Estudio 4° medio*, (2013), <<http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-30013.html>>, consultado el 28 de julio de 2014.
- [11] Ministerio de Educación, *Estándares orientadores para las carreras de Pedagogía en Educación Media*, (CPEIP, 2012), <www.cpeip.cl/usuarios/cpeip/.../librosestandaresvale/libro_mediafinal.pdf>, consultado el 28 de julio de 2014.
- [12] MacMillan, J. y Schumacher, S., *Investigación Educativa: Una introducción conceptual*, (Pearson Education, Madrid, 2005).
- [13] Hufnagel, B., Slater, T., Deming, G., Adams, J., Lindell Adrian, R., Brick, C., & Zeilik, M. *Pre-Course Results from the Astronomy Diagnostic Test. Publications of the Astronomical Society of Australia* **17**, 152-155 (2000).
- [14] Hufnagel, B., *Development of the Astronomy Diagnostic Test*, Astronomy Education Review **1**, 47-51 (2002).
- [15] Bello, S. *Ideas previas y cambio conceptual*. Educación Química **15**, 210-217, 60-67 (2004).