



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PEDAGÓGICOS

SEMINARIO DE TÍTULO

“HACIA UNA DIDÁCTICA DE LA PREGUNTA”

Indagación en el manual escolar: evidencias de formación a través de preguntas, para una
ciudadanía científicamente informada.

EVA LIEN RIVEROS OJEDA

PROFESOR GUÍA:

MAURICIO ALEJANDRO NÚÑEZ ROJAS

SANTIAGO DE CHILE

SEPTIEMBRE 2020

Contenido

Resumen	2
Introducción.....	3
Marco teórico.....	7
La pregunta en el aula.....	7
Didáctica de las ciencias	9
Grandes ideas de la ciencia.....	11
Bases curriculares	13
La pregunta en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	16
Sistema de análisis de preguntas.....	18
Aproximación metodológica	23
Resultados.....	24
Discusión	27
Conclusiones y proyecciones.....	31
Bibliografía.....	33
Anexos	34

Resumen

La pregunta es uno de los mecanismos fundamentales que poseemos como humanos para relacionarnos con otros y con nuestro entorno. Como tal, es de suma relevancia en la interacción pedagógica y en la construcción de conocimiento. Este trabajo busca indagar en el texto del estudiante desde la perspectiva de la Pedagogía de la Pregunta. Para ello, se analizan las preguntas contenidas en una unidad didáctica del texto de Física y se evalúa de qué modo contribuyen a la comprensión de la naturaleza de la ciencia, de ideas claves de ésta, y a la adquisición de habilidades propias de una ciudadanía alfabetizada científicamente.

Introducción

El lugar de la pregunta en toda disciplina de conocimiento humana y en su desarrollo es primordial, pues, como dicen Faúndez y Freire, para empezar a conocer y estudiar algo hay que primero preguntarse por ello (2013, pág. 72). En todo contexto, las situaciones que despiertan nuestra curiosidad son la chispa inicial para movilizar el pensamiento y generar nuevas ideas y conocimiento.

Si se piensa ahora en la pregunta en las ciencias, otro autor que resulta importante de considerar es Carl Sagan, astrofísico estadounidense que dedicó gran parte de su trabajo a la divulgación científica. Fue uno de los creadores y presentador de la serie *Cosmos*, emitida en los años 80. En su libro *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*, Sagan dedica un capítulo completo a discutir el valor de preguntar. Según este autor, el rol de la pregunta en las ciencias es medular, pues el asombro y el escepticismo son dos actitudes “centrales para el método científico” (1997, pág. 3). Si bien la Física es una disciplina por la que muchas personas sienten aversión, las preguntas esenciales de esta ciencia son de las primeras que se hizo el ser humano. Son preguntas sobre todo lo que nos rodea, sobre los ciclos y leyes que rigen nuestro universo. Todas y todos, más de alguna vez, nos habremos hecho preguntas científicas, preguntas de la Física, ya sea al admirar los colores de un atardecer, una noche estrellada, un arcoíris, o el azul del cielo. Como dicen Freire y Faúndez, admirarse nos lleva a hacer preguntas (2013, pág. 72), por lo que formular buenas preguntas para nuestros y nuestras estudiantes tiene el potencial de reavivar esa curiosidad con la que todos nacemos, pero de a poco vamos perdiendo, en un fenómeno que Freire llama “castración de la curiosidad” (2013, pág. 69), y que Sagan también describe cuando compara lo diferentes que son las experiencias de enseñar a niños

y niñas de kínder, con la de enseñar a adolescentes. Estos últimos, señala, han perdido el asombro. Les preocupa hacer preguntas ‘tontas’, por lo que dejan de preguntar (1997, pág. 301).

Por otra parte, la pregunta es un dispositivo pedagógico muy versátil. Pueden servir como motivación al inicio de una clase, ser el hilo conductor de una sesión o unidad, o funcionar como elemento de evaluación y autoevaluación. También las preguntas tienen un papel importante en la metacognición, pues permiten incluir el nuevo conocimiento en un sistema más amplio, entablando relaciones con otros elementos que consolidarán su aprendizaje y significancia, además de ser útiles para hacernos conscientes de lo que sabemos y lo que nos falta por saber (Zuleta, 2005).

En cuanto a la enseñanza de las ciencias, uno de los principios propuestos en Harlen (2010, pág. 6), es que se promueva y se profundice la curiosidad natural de los educandos. Para esto, es necesario que las y los estudiantes vivan y practiquen la ciencia en primera persona, para lo cual no basta aprender definiciones o memorizar datos. La idea es que, al hacer ciencia, las y los jóvenes aprendan sobre cómo funciona la naturaleza, sobre el carácter de las ciencias y su rol en nuestra sociedad, y esto pasa en parte por enfrentarse a buenas preguntas, y por aprender a hacerlas. Como señalan Roca y Márquez (2006):

De la misma manera que las preguntas son fundamentales en el desarrollo científico, también lo son en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. [...] No se puede pretender que los alumnos entren en la cultura científica sin enseñarles a plantearse problemas, a hacerse preguntas y, sobre todo, a distinguir cuáles son las interesantes. (pág. 64)

Estos principios sobre la enseñanza de las ciencias van en línea con el nuevo sentido que ha adquirido ésta en los últimos años: ya no es una materia optativa diseñada para preparar a quienes aspiran a especializarse en ciencias luego de la escuela, sino que se configura como un área de conocimiento importantísima para todas las personas, pues les permitirá “tomar parte en decisiones como ciudadanos informados de un mundo donde la ciencia y la tecnología son de una importancia cada vez mayor” (Sanmartí, 2002, pág. 11).

En la era de la información, la escuela debe dejar de ser “el lugar donde prioritariamente se transmiten los datos para pasar a ser, en cambio, el lugar en el que se ponen las bases para poder interpretarlos.” (Sanmartí, 2002, pág. 14). En el contexto actual de pandemia, *fake news*, y gobiernos y medios de comunicación poco transparentes con la información, es una labor fundamental de la educación de las ciencias el enseñar a discernir opiniones de hechos, evaluar la verosimilitud de una fuente, y en general, cuestionar críticamente y con una cuota de escepticismo toda la información que recibimos antes de aceptarla como verídica. Estas actitudes son parte de lo que se conoce como alfabetización científica.

Si, como se había dicho, la pregunta es central al desarrollo del conocimiento, al método científico, y además es un dispositivo pedagógico sumamente poderoso, entonces, para hacerse cargo de las dos necesidades expuestas recién (que los estudiantes hagan ciencia y la alfabetización científica de la población) se hace natural enseñar ciencias en el marco de una pedagogía de la pregunta.

Por último, el preguntar también se constituye como un acto político, y como tal, abre posibilidades de transformación social. Si queremos democratizar la sociedad plantando esta semilla en el aula, un primer paso sería reconocer que nuestra pedagogía no tiene sentido sin un otro, y que por tanto debe ser ejercida con ese otro, pues como

manifiestan Freire y Faúndez (2013), "el diálogo sólo existe cuando aceptamos que el otro es diferente y puede decirnos algo que no sabemos" (pág. 57). Este ejercicio debe ser con la conciencia de que la posición de poder del docente "es uno de los caminos de reproducción de la sociedad" (pág. 69). Estos autores señalan también que:

Convivir en la cotidianidad del otro es una experiencia de aprendizaje permanente. [...] Una de las características fundamentales del comportamiento cotidiano es exactamente la de no preguntarnos por él. [...] Sin embargo, cuando dejamos nuestro contexto de origen y pasamos a otro, nuestra experiencia de la cotidianidad se vuelve más dramática. Todo nos provoca o nos puede provocar. (2013, pág. 49)

Dado que las preguntas esenciales nacen de la cotidianidad (Freire & Faúndez, 2013, pág. 72), las preguntas que configurarán *problemas reales* —entendidos como aquellos que movilizan cognitivamente y afectivamente al sujeto— serán distintas dependiendo del espacio en que nos encontremos (Quintanilla, 2012). Así como Paulo Freire y Antonio Faúndez en su condición de exiliados pudieron conocer otras cotidianidades y hacerse más conscientes de la propia al dejar sus países, asimismo nosotros como futuros docentes podremos examinar la cotidianidad del contexto educativo al que llegaremos a trabajar, y al mismo tiempo reflexionar sobre nuestra propia realidad, nuestros sesgos, nuestro bagaje. A partir de este análisis es que podremos ir formulando y mejorando preguntas que resulten significativas y movilizadoras para nuestros futuros estudiantes. Cuando el o la docente comienza a entender qué preguntas y problemas tienen sentido para las y los estudiantes, también va pudiendo entregar las herramientas críticas necesarias para que se hagan más conscientes de su propia realidad, con modestia y reconociendo que los sujetos por sí

mismos siempre pueden reflexionar sobre sus propias condiciones y buscar vías para mejorarlas.

Debido a la pandemia y las cuarentenas establecidas en múltiples comunas, este semestre no hemos tenido prácticas presenciales, por lo que no hemos podido desarrollar una relación pedagógica con otros sujetos. En consecuencia, se propuso que el trabajo de Seminario se hiciera sobre la base de una unidad didáctica del texto del estudiante correspondiente a nuestras asignaturas.

Considerando todo lo anterior, este trabajo se propone analizar la Unidad 4 del texto del estudiante de la asignatura de Física, nivel 1° y 2° medio, titulada “¿Qué estructuras componen nuestro universo?”, examinando sus preguntas y reflexionando sobre qué se exige de estudiantes y docentes para trabajar con el texto. ¿Qué esfuerzo cognitivo demanda? ¿Son preguntas que abren fronteras, o propician la castración de la curiosidad? ¿Enseña a preguntar? ¿Se conjugan los nuevos conocimientos en una red más amplia de saberes y contenidos previos? En el fondo, me pregunto si es un texto que vaya al mismo tiempo en línea con una pedagogía de la pregunta y con las *grandes ideas* de la enseñanza de las ciencias, y si no es así, ¿qué cambios podrían hacerse para orientarlo en esa dirección?

Marco teórico

La pregunta en el aula

El aula es el espacio donde ocurre la interacción pedagógica. Las relaciones que aquí se construyan serán diversas, y estarán determinadas en parte por el posicionamiento

político-pedagógico del o la docente y por las expectativas de las y los estudiantes, quienes “están acostumbrados a que el profesor, jerárquicamente, tenga la verdad; él es el sabio, y, en consecuencia, no aceptan el diálogo. Para ellos el diálogo es una señal de debilidad del profesor y la modestia en el saber, una muestra de debilidad e ignorancia”, como expresan Freire y Faúndez (2013, pág. 65). Estos autores hacen una crítica al modelo transmisivo, y señalan que la democratización de las aulas comienza con que docentes y estudiantes aprendan a preguntar. Pero no toda pregunta cumple este propósito. Suele ocurrir que las preguntas se burocratizan. Sólo las enuncia el o la profesora y se ocupan con fines autoritarios, pues vienen con respuestas preestablecidas. Este fenómeno, denominado “castración de la curiosidad” por Freire, limita la curiosidad de los educandos y no abre posibilidades. Así pues, la pregunta genuina, que estimula, que se arriesga, tiene el potencial de propiciar interacciones pedagógicas más democráticas, donde el conocimiento se construya entre todos y todas quienes participen de este espacio.

Es importante que el uso de la pregunta sea con un objetivo pedagógico, y no meramente por preguntar. Siguiendo a Freire y Faúndez:

[...] nuestra defensa del acto de preguntar de ninguna manera considera la pregunta como un juego intelectualoide. Al contrario, es necesario que el educando, cuando pregunta sobre un hecho, obtenga a través de la respuesta una explicación del hecho y no una descripción pura de palabras relacionadas con él. (pág. 73)

Llevando lo anterior al ámbito de una clase de ciencias, además de suscitar las preguntas de las y los alumnos, se les deben plantear preguntas y respuestas que permitan acercarse a una comprensión profunda de los fenómenos naturales, y no sólo a una memorización enciclopédica de conceptos desconectados entre sí.

Por otro lado, es importante mencionar que para que las preguntas movilicen el pensamiento, se debe tener en consideración no sólo la dimensión cognitiva de los problemas, sino también subjetiva. De esta manera se definen los *problemas reales*, según Quintanilla (2012):

Así, un verdadero problema existe allí donde el sujeto (individual o colectivo), experimenta la necesidad de movilizar sus recursos para alcanzar determinadas finalidades, no siempre claramente configuradas desde el inicio, en función de resolver la situación: eliminar las contradicciones o incongruencias, obtener conocimientos, transformar estados y situaciones, etc. (pág. 55)

De este modo, se debe tener en consideración a la persona receptora de las preguntas, pues lo que constituye un problema real para algunos no lo será para otros. Cuando se logra involucrar al sujeto a través de problemas contextualizados que lo movilicen cognitivamente y afectivamente, se puede lograr un aprendizaje más profundo.

Didáctica de las ciencias

Este trabajo recoge principalmente las ideas de Neus Sanmartí, Conxita Márquez y Montserrat Roca Tort, autoras que han aportado de manera significativa a la Didáctica de las Ciencias y al análisis de las preguntas y el rol que juegan en esta área.

Uno de los mayores desarrollos en la Didáctica de las Ciencias como campo de investigación ocurrió con la consolidación del paradigma constructivista. Sanmartí (2002) describe sus principales elementos:

- Los conceptos, más que ser descubiertos, son construidos.

- Las y los estudiantes poseen ideas previas incluso antes de empezar a aprender sobre algo.
- Al enseñar, se debe partir de estas ideas previas y generar actividades que las cuestionen, para provocar su cambio.
- El error es una etapa del aprendizaje.

A partir de la evolución de estos elementos centrales del Constructivismo ha sido posible generar nuevas propuestas y abrir nuevas y variadas líneas de investigación. De a poco se comenzó a relevar el aspecto social del aprendizaje, rescatando las aportaciones de Vigotsky, según el cual las interacciones son fundamentales y el lenguaje tiene un rol esencial. Se entiende el aprendizaje como el producto de un intercambio dialógico entre sujetos. Si interpretamos esto desde una pedagogía de la pregunta, las preguntas emergen naturalmente como el dispositivo mediador fundamental de este diálogo (Roca, Márquez, & Sanmartí, 2013, pág. 96).

Otro aspecto que da cuenta de esta evolución en el paradigma es la aparición de movimientos educativos que piensan la finalidad de la enseñanza de las ciencias de manera diferente y por lo tanto entregan distintas orientaciones y propuestas didácticas. Los dos principales movimientos y campos de investigación son Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), con un carácter más humanista, y Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemática (STEM, por sus iniciales en inglés), centrado en el desarrollo de competencias y la interdisciplinariedad (Perales & Aguilera, 2020).

Una tercera área de estudio en el campo de Didáctica de las Ciencias es la *modelización*¹, que cuestiona la idea de que, al aprender ciencias, las personas cambien sus

¹ “Proceso de construcción de modelos explicativos de los fenómenos. Los alumnos siguen dicho proceso a lo largo de su escolaridad, y los modelos que construyen evolucionan al mismo tiempo que cambian tanto los hechos que se analizan como los conceptos y lenguajes utilizados para hablar de ellos.” (Sanmartí, 2002, pág. 21).

ideas previas al ser confrontadas a argumentos lógicos, y propone en cambio que se debería enseñar a pensar en función de teorías y modelos. Pone especial atención a los discursos, es decir, a la manera en que las personas hablan sobre los fenómenos y cómo los representan.

Por último, otra línea de investigación es la “búsqueda de las grandes ideas o modelos de la ciencia escolar a partir de los cuales construir el edificio de la ciencia” (Sanmartí, 2002, pág. 21), es decir, encontrar conceptos estructurantes para la educación científica obligatoria.

Grandes ideas de la ciencia

El 2009 se realizó un seminario internacional que reunió a múltiples expertos en ciencias y educación de las ciencias, con el propósito de identificar las ideas claves que debiesen ser aprendidas por las y los estudiantes en su paso por la educación obligatoria. Estas ideas deberían permitirles “entender, disfrutar y maravillarse con el mundo natural” (Harlen, 2010). Uno de los objetivos de este seminario era formular las bases sobre las cuales cualquier país pudiera construir un currículo de ciencias para el mundo actual. Los productos de este seminario son recogidos en el informe *Principles and big ideas of science education*.

Como problemática y diagnóstico inicial, este informe reconoce que, de manera general, las y los jóvenes no están interesados en la ciencia, pues la consideran irrelevante y desconectada del mundo en el que viven. Tanto Sanmartí (2002) como este informe, afirman que la relevancia y el propósito de aprender ciencias hoy no es la misma que hace algunas décadas, mas no ha habido un cambio sustancial en los currículos que refleje esta transformación. En la actualidad, se hace necesario “que las personas tengan conocimientos

que posibiliten comprender, opinar y tomar decisiones autónoma y colectivamente” (Sanmartí, 2002, pág. 13), es decir que desarrollen actitudes y aptitudes propias del ciudadano del siglo XXI. Esta nueva ciudadanía se enmarca en los cambios políticos, sociales, culturales y económicos como consecuencia de la globalización.

De acuerdo con esto, proponen algunos principios sobre los cuales basar la educación de las ciencias y enumeran catorce grandes ideas en la ciencia. Diez de ellas son ideas *de* la ciencia, vale decir, manifiestan el conocimiento científico actual; las otras cuatro, son ideas *sobre* la ciencia, en tanto tienen relación con la naturaleza de las ciencias y su rol en la sociedad.

Ideas de la ciencia

1. Toda la materia en el Universo está hecha de partículas muy pequeñas.
2. Los objetos pueden tener un efecto a distancia sobre otros objetos.
3. Para cambiar el movimiento de un objeto se requiere una fuerza neta actuando sobre él.
4. La cantidad total de energía en el Universo es siempre la misma, pero la energía puede ser transformada cuando algo cambia o se hace ocurrir.
5. La composición de la Tierra y su atmósfera y los procesos que ocurren en ellas dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
6. El sistema solar es una parte muy pequeña de uno de los millones de galaxias en el Universo.
7. Los organismos se organizan en base a la célula.
8. Los organismos necesitan una fuente de energía y materia por lo cual usualmente dependen de o compiten con otros organismos.
9. La información genética se hereda de una generación de organismos a la siguiente.
10. La diversidad de organismos, vivos y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas sobre la ciencia

11. La ciencia asume que para cada efecto hay una o más causas.

12. Las explicaciones, teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en un tiempo en particular.
13. El conocimiento producido por la ciencia se usa en algunas tecnologías para crear productos que sirven a necesidades humanas.
14. Las aplicaciones de la ciencia a menudo tienen implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Una de las ventajas de un currículo desarrollado en torno a estas grandes ideas, es que éste tendrá una larga vida útil, a pesar de que los tópicos o medios a través de los cuales se estudien estas ideas deban ir variando para ajustarse a su época (Harlen, 2010, pág. 17). Se propone entonces una enseñanza de las ciencias con ejes medulares que atraviesen el currículo a lo largo de la escolaridad obligatoria. Intencionando de este modo los contenidos, se puede entregar a las y los educandos un conjunto coherente de conocimientos interrelacionados, que dialoguen con su realidad; así como habilidades que les serán útiles para desarrollarse plenamente y ejercer sus derechos.

Bases curriculares

Para el presente trabajo resulta particularmente relevante considerar las ideas y lineamientos propuestos por el informe de Harlen (2010), pues son usados explícitamente como fundamento de las Bases Curriculares entre 7° básico y 2° medio para Ciencias Naturales. En ellas, se enumeran ocho grandes ideas (GI) basadas directamente en la lista de Ideas de la ciencia recién expuesta. Según el documento, la comprensión de estas ideas permite “entregar una visión integrada de los fenómenos y aprovechar mejor el limitado tiempo de aprendizaje”, además de hacer “más fácil predecir fenómenos, evaluar críticamente la evidencia científica y tomar conciencia de la estrecha relación entre ciencia

y sociedad” (Mineduc, 2015, pág. 128). Las únicas ideas que no aparecen explícitamente en las Bases Curriculares son las GI 2 y 6 de la lista anterior.

Por otra parte, los objetivos de aprendizaje de la Unidad 4 del texto de Física para 1° y 2° medio son:

- OA 14: Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con: Los movimientos del sistema Tierra-Luna y los fenómenos de luz y sombra, como las fases lunares y los eclipses. Los movimientos de la Tierra respecto del Sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas. La comparación de los distintos planetas con la Tierra en cuanto a su distancia al Sol, su tamaño, su período orbital, su atmósfera y otros.
- OA 15: Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxias, considerando: Sus tamaños y formas. Sus posiciones en el espacio. Temperatura, masa, color y magnitud, entre otros.
- OA 16: Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo, considerando aspectos como: El clima y las ventajas que ofrece nuestro país para la observación astronómica. La tecnología utilizada (telescopios, radiotelescopios y otros instrumentos astronómicos). La información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros. Los aportes de científicas chilenas y científicos chilenos.

Según las Bases Curriculares, estos objetivos de aprendizaje contribuyen a las GI 1, 3 y 5 (Mineduc, 2015, pág. 172). Si bien las GI 2 y 6 no son recogidas explícitamente por las Bases Curriculares como se había dicho anteriormente, es claro ver que estos objetivos de aprendizaje también tributan a estas dos nociones.

Asimismo, se hace énfasis en los siguientes tópicos:

- Se espera lograr la alfabetización científica de las y los estudiantes, entendida como la capacidad para comprender los fenómenos y tecnologías con los que nos relacionamos en el diario vivir, permitiéndoles solucionar problemas, comprender riesgos, ejercer su ciudadanía de forma informada, etc.
- La adquisición de habilidades propias de la investigación científica por parte del alumnado, para comprender de qué manera se ha generado el conocimiento científico.
- Las ideas sobre la naturaleza de las ciencias que se espera transmitir a las y los estudiantes: la ciencia es empírica, sujeta a cambios, replicable, sujeta a un contexto histórico, entre otras.
- La relación entre Ciencia, tecnología y sociedad (CTS), para promover la comprensión de “que la actividad científica, en conjunto con la tecnología, generan impactos en la sociedad y en la vida cotidiana de las personas” (pág. 131). Esto se traduce por ejemplo en la inclusión de *controversias socio-científicas*² en las actividades de los textos de estudio.

En síntesis, la propuesta ministerial sugiere que en la enseñanza obligatoria de las ciencias, las y los estudiantes deben experimentar la actividad científica directamente, para adquirir habilidades como formular preguntas científicas e investigables, conducir una investigación, evaluar evidencias, extraer conclusiones y comunicar sus resultados. De este modo podrán comprender cómo se ha generado el conocimiento científico que poseemos actualmente, relevando la naturaleza empírica, mutable, histórica, social y dialógica de la ciencia, al tiempo que relacionan estos conocimientos con sus experiencias cotidianas.

² Según Jiménez Aleixandre (citada en Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012), “son dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas pero que además se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales” (pág. 55).

La pregunta en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

En cuanto al papel que desempeña la pregunta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la construcción de ideas científicas, se pueden destacar múltiples aspectos. En primera instancia, estas autoras citan en varias oportunidades a Wartofsky (1968) para afirmar que el origen de la cultura está en “la capacidad de los humanos de hacer preguntas y de imaginar y buscar sus respuestas.” (Roca M. , 2005, pág. 73). Estas primeras preguntas, comunes a las personas y transversales a las culturas y épocas, se relacionan con la génesis del cosmos y las regularidades que se descubren en él (Márquez & Roca, 2006, pág. 63).

En segundo lugar, las preguntas guían el proceso de investigación y construcción de conocimiento, y muchas veces la pregunta correcta ha roto los paradigmas de una época y ha permitido mover la frontera del conocimiento humano. Por consiguiente, es importante no sólo considerar la pregunta, sino también el contexto en el que es enunciada.

Sin embargo, no todas las preguntas favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, en tanto que es común que las preguntas formuladas a los educandos sean cerradas³. Además de tener una baja demanda cognitiva y propiciar la memorización, con estas preguntas se corre el riesgo de enseñar que la ciencia es un “conjunto de verdades” (Roca M. , 2005, pág. 74). Como opción, se sugiere considerar las preguntas y respuestas históricas en torno a un tema para, por una parte, contextualizarlo, y por otra "poner en evidencia cuáles son las dificultades de comprensión, ya que a menudo aquellos aspectos que han planteado más preguntas a lo largo de la historia de la ciencia son los que también

³ Son preguntas que tienen una única respuesta, y para responderlas sólo se necesita memorizar y reproducir un conocimiento. Por ejemplo: ¿Cuál es el planeta más cercano al Sol? ¿En qué placa tectónica se encuentra Chile?

son más difíciles de explicar" (Roca, Márquez, & Sanmartí, 2013, pág. 100). De este modo se manifiesta una de las grandes ideas de la ciencia —“Las explicaciones científicas, teorías y modelos son aquellos que mejor se ajustan a los hechos conocidos en un tiempo en particular”— y se explicita la naturaleza dinámica e histórica de la ciencia. En la educación de las ciencias es importante enseñar tanto los procedimientos de la actividad científica (actitudes, métodos, etc.), así como las ideas a las que hemos llegado a través de este método. El concepto ciencia abarca no sólo un conjunto de ideas y conocimiento sobre el mundo, sino que también los procesos necesarios para encontrar ese conocimiento (Harlen, 2010, pág. 20); no es un *ser* estático, es un *hacer* en continuo devenir.

A modo de ejemplificar los puntos anteriores, se puede considerar la pregunta “¿cómo y por qué se mueven las cosas?”, sobre la cual se ha reflexionado durante por lo menos veinticinco siglos. Muchos filósofos griegos pensaron sobre la naturaleza del movimiento. Zenón de Elea, por ejemplo, describió una serie de paradojas para respaldar la idea de Parménides de que el movimiento no existe, siendo una de las más célebres la de Aquiles y la tortuga. Aristóteles por su parte, creía que los cuerpos caían más rápido cuanto más pesados fueran (algo que es fácilmente refutable: basta dejar caer desde la misma altura dos objetos de pesos claramente diferentes y observar que llegan al suelo al mismo tiempo, a menos que para uno de ellos el aire oponga una resistencia significativa). El primer registro que niega esta idea es recién del siglo XII (Pines, 1970), seguido por las contribuciones de Galileo Galilei en el siglo XVII. Posteriormente, Newton profundizaría en las ideas de Galileo, logrando explicar con un solo cuerpo teórico el movimiento de los cuerpos en el cielo y la Tierra. Sin embargo, esta teoría estaba construida sobre la idea de que el tiempo y el espacio son absolutos: son los mismos para cualquier observador. Cuando se descubrió en 1859 que la ley de gravitación universal no era capaz de predecir

correctamente la órbita de Mercurio, en primera instancia se buscaron explicaciones alternativas dentro del paradigma Newtoniano, las cuales no fueron fructíferas. La teoría de la relatividad especial y general rompe este paradigma, logrando explicar la anomalía de Mercurio, además de muchos otros fenómenos. Sin embargo, para lograrlo, tuvo que considerar en su formulación al espacio y al tiempo indisolublemente unidos y relativos, es decir, que su medición depende del observador, arrancándoles su estatus de absolutos. La teoría de la relatividad general es y continuará siendo el paradigma en el cual se desarrolle la ciencia, hasta que se observe uno o más fenómenos que hagan necesario mejorar la teoría o construir una nueva.

Sistema de análisis de preguntas

Entre las categorizaciones más generales para examinar preguntas están el estudiar su grado de apertura, y las habilidades cognitivas que demanda —esta última basada principalmente en la taxonomía de Bloom—. En la mayoría de los casos, las preguntas cerradas demandan habilidades cognitivas de bajo orden (como recordar o describir), mientras que las preguntas abiertas requieren usar habilidades cognitivas de orden superior (como evaluar o tomar decisiones). Sin embargo, existen antecedentes en la literatura que indican que la categorización de preguntas sólo de acuerdo con su grado de apertura o utilizando la taxonomía de Bloom no permite “diferenciar realmente su nivel de complejidad, ni su contribución a la génesis de explicaciones científicas.” (Roca, Márquez, & Sanmartí, 2013, pág. 102).

En consecuencia, para el análisis de las preguntas contenidas en la unidad elegida, se utilizarán los criterios propuestos en Granados (2017); Roca y Márquez (2005); y Roca,

Márquez y Sanmartí (2013). En el primer artículo se plantea que las buenas preguntas poseen los siguientes atributos (Granados, 2017, pág. 550):

- Deben tener un objetivo concreto, y lo que se le pide responder al estudiante debe ser preciso.
- Deben ser abiertas para desarrollar el pensamiento creativo.
- Deben estar contextualizadas.
- Se debe tener presente qué conocimientos y conceptos implica.
- Deben resultar interesantes para el estudiantado.
- Deben estar en consonancia con el perfil cognitivo de quienes las responderán.
- Deben desarrollarse secuencialmente en cuanto a su demanda cognitiva, para que constituyan un reto para los y las estudiantes.

En Roca y Márquez (2005) se proponen siete categorías para el análisis de preguntas en libros de texto en función de su demanda y su contribución en el proceso de formulación de las explicaciones científicas, basándose en las aportaciones de Pickett, Kolasa y Jones (1994).

Además, en el presente trabajo se agregó la categoría de Pregunta inicial que también es mencionada en Roca, Márquez y Sanmartí (2013, pág. 98) pero no aparece junto a las anteriores. Según las autoras, este tipo de preguntas están centradas en el sujeto y no en el objeto por lo que favorecen la participación. El objetivo de estas preguntas es comenzar la discusión de un tópico implicando a la persona, ya que preguntan por sus ideas previas y no buscan una respuesta correcta. Estas categorías son descritas en la Tabla 1. Los ejemplos corresponden a preguntas de la unidad analizada en este trabajo.

Tabla 1. Categorías de análisis de preguntas, adaptado de Roca, Márquez y Sanmartí (2013, pág. 105).

Categoría	Descripción de la categoría	Ejemplo
Pregunta inicial	Centradas en la persona en lugar del contenido, buscan conocer las ideas de los alumnos y no piden explicitar la idea correcta.	¿Qué sabes acerca de la observación astronómica en Chile?
Descripción	Preguntas que piden información sobre una entidad, fenómeno o proceso. Piden datos que permiten la descripción o acotamiento del hecho sobre el que se centra la atención.	¿Qué movimientos realiza nuestro planeta?
Explicación causal	Preguntas que piden el porqué de una característica, diferencia, paradoja, proceso, cambio o fenómeno.	¿Por qué la cola de un cometa es siempre opuesta al Sol?
Comprobación	Preguntas que hacen referencia a cómo se sabe o cómo se ha llegado a conocer o a hacer una determinada afirmación. ¿A través de qué método? ¿Qué evidencias hay?	¿Cómo se sabe de la existencia de la materia y energía oscura?
Generalización, Definición	Preguntas que piden «qué es» o las características comunes que identifican una categoría o clase. También pueden pedir la identificación o pertinencia de una entidad, fenómeno o proceso a un determinado modelo o clase.	¿Qué características debe presentar un objeto astronómico para ser considerado un planeta?
Predicción	Preguntas sobre el futuro, la continuidad o la posibilidad de un proceso o hecho.	Si usaras un balón de básquetbol para representar al Sol, ¿cuál sería el inconveniente de construir un modelo del sistema solar?
Gestión	Preguntas que hacen referencia a qué se puede hacer para propiciar un cambio, para resolver un problema, para evitar una situación.	¿En qué forma pueden organizar la información para que sea comprendida por los destinatarios?
Evaluación, Opinión	Preguntas que piden la opinión o la valoración personal.	¿Cuál creen que es la manera más óptima para comunicar su investigación documental?

Estas categorías se relacionan entre sí como se muestra en la Figura 1. Para comprender un fenómeno, se comienza por describirlo, encontrando relaciones causales y comprobando los hallazgos mediante la toma de datos y experimentación. Esto permite formular una generalización, modelo o teoría, a partir de la cual se pueden hacer predicciones, buscar solución a un problema y evaluar nuevas situaciones.

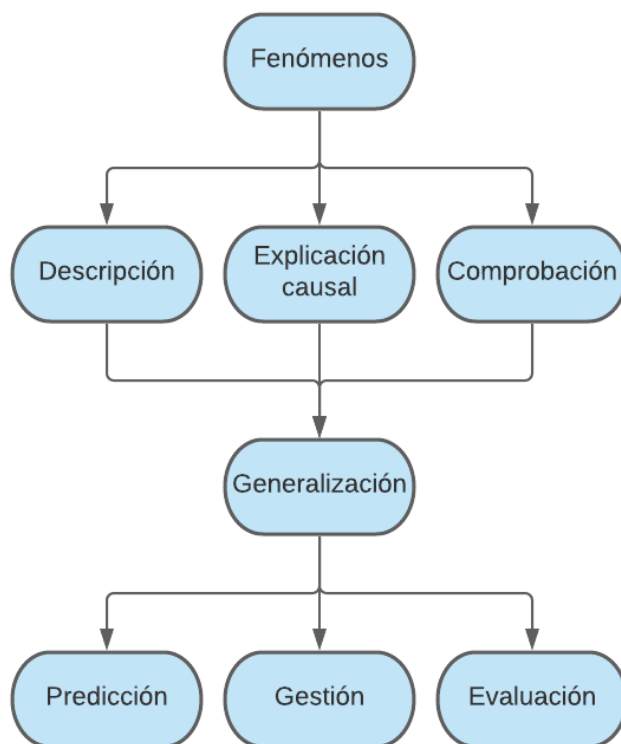


Figura 1. Relación entre las categorías para la clasificación de preguntas. Adaptado de Roca, Márquez, Sanmartí (2013, pág. 104).

Analizar las preguntas de un texto de estudio usando estas categorías nos permite develar la imagen de la ciencia que se encuentra implícita en él, y que de manera indirecta se está transmitiendo a las y los estudiantes. En palabras de Roca, Márquez y Sanmartí (2013):

Así, el predominio de demandas de descripción o generalización expresa y promueve una imagen de ciencia afirmativa, mientras que las demandas de comprobación comportan una visión de ciencia asociada a la existencia de pruebas y evidencias. Las preguntas sobre predicción y gestión propician una visión de ciencia implicada en la resolución de problemas. Y si se pide la opinión o la evaluación, se favorece la búsqueda y utilización de argumentos científicos para justificar o valorar opiniones propias. (pág. 111)

Las demandas de descripción y generalización se agrupan pues ambas requieren expresar un conocimiento establecido. Si bien la ciencia es un conjunto de teorías, modelos y leyes acumulados durante los años y probados a través del método científico, esto no significa que sean verdades permanentes. Si el grueso de preguntas cae en estas dos categorías se corre el riesgo de no comunicar adecuadamente este importante aspecto de la naturaleza de la ciencia.

Las preguntas que demandan comprobación promueven una imagen de ciencia empírica, vale decir, que se sostiene en evidencias recogidas siguiendo procedimientos rigurosos y replicables, con los que se pueden construir teorías falsables⁴. Con este tipo de preguntas también se puede mostrar el aspecto cooperativo de la ciencia, ya que muchas veces proyectos científicos de gran envergadura requieren colaboraciones entre múltiples disciplinas, instituciones y países.

Las preguntas de explicación causal expresan una de las grandes ideas sobre la ciencia, que es la búsqueda de relaciones entre fenómenos naturales en términos de causa y efecto.

⁴ Concepto formalizado por el filósofo de la ciencia Karl Popper, según el cual debe existir la posibilidad de refutar una hipótesis o teoría con eventuales evidencias que la contradigan.

Por otro lado, aquellas preguntas que demanden predicción o gestión ilustran cómo la ciencia puede solucionar problemas y necesidades, ayudando a las personas y mejorando su calidad de vida. Además, toda ley, teoría o modelo científico debe tener poder predictivo para que su uso esté justificado.

Finalmente, las demandas de evaluación y opinión contribuyen a aprender a usar el conocimiento científico para comunicar, argumentar, y tomar decisiones ya sea en el ámbito individual o público, factores importantes en la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente.

Cada uno de estos aspectos es significativo, por lo que las preguntas de un texto de estudio deberían mantener un equilibrio entre estas demandas.

Aproximación metodológica

En este trabajo se estudiará parte del texto del estudiante de Física para 1° y 2° medio del Ministerio de Educación. Se trabajará la Unidad 4 titulada “¿Qué estructuras componen nuestro universo?” la cual se compone de las lecciones 7 y 8. La Lección 7 se titula “Observando el cosmos”. Sus contenidos incluyen los tipos de cuerpos celestes que hay en el sistema solar, clasificación y evolución de las estrellas, estructuras cósmicas a gran escala, y la astronomía en Chile. La Lección 8 se llama “El sistema solar y el movimiento de los astros” y trata sobre los planetas, los movimientos que hace la Tierra, y los eclipses. Luego de las lecciones, hay un módulo de síntesis y evaluación.

Si bien puede haber cuestionamientos implícitos en algunas de las actividades propuestas a lo largo del texto, el análisis se centra exclusivamente en las preguntas enunciadas explícitamente.

Todas las preguntas de la unidad serán clasificadas de acuerdo con las categorías especificadas en la Tabla 1, para averiguar si existe un equilibrio entre las categorías, o una o más de ellas resultan tener preponderancia sobre las otras. Esta categorización se hará tanto para el total de preguntas como para cada lección contenida en la unidad. Con esto, se podrá analizar cómo es la imagen de la ciencia que están transmitiendo las preguntas del texto. Cuando resulte adecuado para el presente análisis, algunas preguntas serán examinadas individualmente considerando los atributos propuestos por Granados (2017).

Lo anterior será complementado considerando las directrices establecidas en las Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio. En este documento se indican las grandes ideas y la imagen de la ciencia que se quiere transmitir, así como los objetivos de aprendizaje que debieran estar presentes en cada unidad del texto del estudiante, lo que se podrá contrastar con lo que evidencien las preguntas.

Finalmente, en base a los resultados y su análisis se hará una propuesta sobre cómo trabajar en clases con este texto de estudio y se sugerirán mejoras en caso de que sea pertinente.

Resultados

En la Tabla 2 se resume la categorización de las cuarenta y cinco preguntas que contiene la Unidad 4. En los Anexos se encuentra el detalle de cada pregunta con su categorización. Del total de preguntas, tres de ellas aparecen en las primeras páginas de la unidad, para introducir y motivar el tema; una es el título de la unidad, y las otras dos corresponden a la categoría Pregunta inicial. Estas dos preguntas son las únicas de esta

categoría que aparecen en la unidad. A continuación de estas páginas introductorias, las lecciones 7 y 8 contienen catorce y veintiocho preguntas respectivamente.

Sólo una de las cuarenta y cinco preguntas no se adecuó a las categorías establecidas, mostrando la pertinencia de éstas. No era una pregunta sobre un fenómeno o un contenido, sino que pedía decir si una tabla comparativa de algunos planetas del sistema solar estaba completada de manera correcta. En cuanto a la demanda de la actividad, podría haberse categorizado como Descripción, pero la pregunta en sí no pedía describir un fenómeno por lo que se optó por dejarla sin categorizar. Asimismo, se encontró solamente una pregunta que requería hacer un cálculo matemático.

En la Figura 2 se grafican los datos de la Tabla 2. En las Figuras 3 y 4 se muestra el desglose de los resultados para cada Lección. Ambos gráficos muestran la frecuencia de las preguntas de acuerdo con su categoría. La categoría Pregunta inicial no se incluyó en estos gráficos pues no había preguntas de este tipo en ninguna de las dos lecciones. Todos los porcentajes mostrados son valores aproximados.

Tabla 2. Frecuencia del total de preguntas de la Unidad 4 según su categoría.

Categoría	Cantidad
Pregunta inicial	2
Descripción	7
Explicación causal	7
Comprobación	3
Generalización, definición	11
Predicción	5
Gestión	4
Evaluación, opinión	5
Sin categoría	1
Total	45

RESULTADO DE LA CATEGORIZACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA UNIDAD

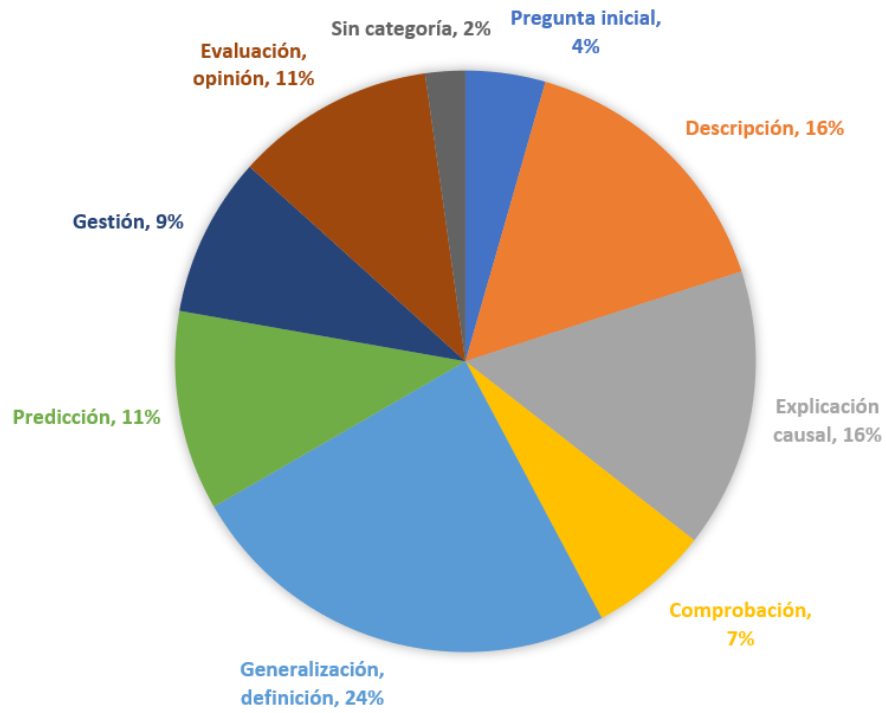


Figura 2 Gráfico de los datos de la Tabla 2.

Frecuencia categorías Lección 7

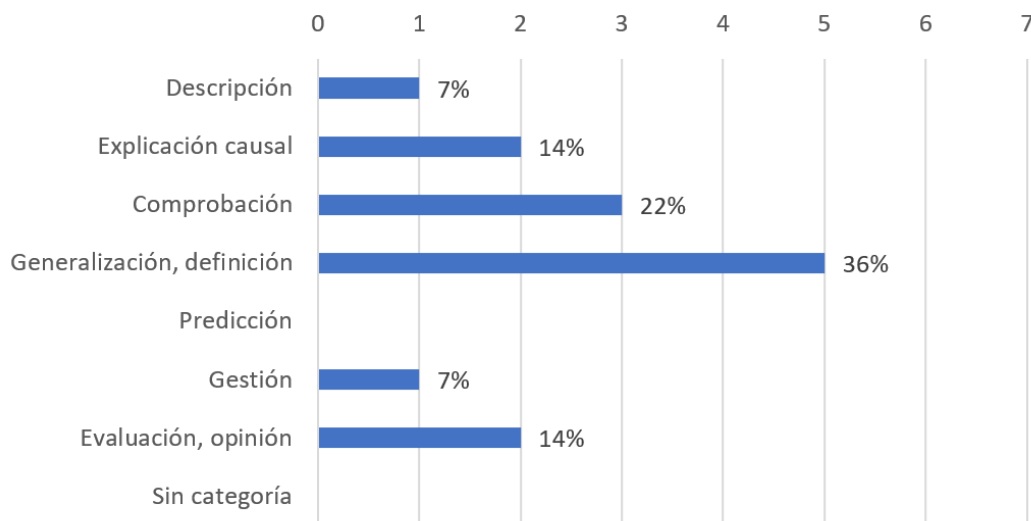


Figura 3. Frecuencia de las preguntas de la Lección 7 según su categoría.

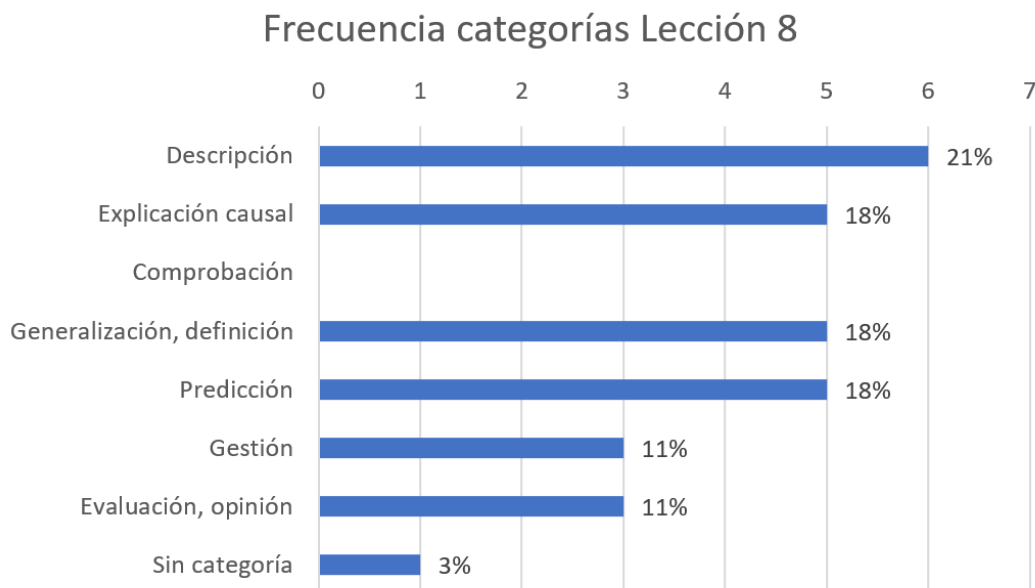


Figura 4. Frecuencia de las preguntas de la Lección 8 según su categoría.

Discusión

El texto del estudiante de Física para 1° y 2° medio se compone de ocho unidades, cuatro para cada nivel. Cada una de estas unidades lleva por título una pregunta amplia que sirve de eje. La mayoría de los subtítulos intermedios también son preguntas, y al final de cada unidad, luego de un módulo de síntesis y evaluación, se les pide a las y los estudiantes que respondan la pregunta eje inicial.

Considerando esto y que en una única unidad se contaron cuarenta y cinco preguntas, en primera instancia se puede decir que la pregunta tiene un papel preponderante en el texto, por lo menos en cuanto a su abundancia. Sin embargo, hace falta analizar más finamente estas preguntas, ya que “lo importante no es la cantidad, sino su calidad, es decir, [...] que sean pertinentes para cada objetivo de aprendizaje” (Granados, 2017, pág. 550).

A modo general, se comprueba que hay un predominio de preguntas de descripción y generalización, representando entre las dos categorías un 40% del total de preguntas. Le siguen en cantidad las categorías de gestión y predicción, sumando entre ambas un 20%, y en último lugar están las preguntas de comprobación, con sólo un 7% del total.

Esto pone de manifiesto que las preguntas del texto están transmitiendo principalmente una imagen de ciencia afirmativa, es decir, una colección de hechos y definiciones que, en su mayoría, pueden ser memorizados. Esto no concuerda con las ideas sobre la naturaleza de la ciencia que pretende transmitir el Ministerio según lo expresado en las Bases Curriculares.

Las preguntas de categoría inicial sólo se encuentran en las dos páginas introductorias de la unidad, y no vuelven a aparecer en las lecciones 7 y 8. Si consideramos esto, para que haya un equilibrio entre las siete categorías restantes cada una debiera representar cerca del 14% del total de preguntas de las lecciones. En ese sentido, la cantidad de preguntas de explicación causal es adecuada, pero las categorías de predicción, gestión y evaluación se quedan algo cortas. De hecho, en la Lección 7 no hay ninguna pregunta de predicción.

Por último, se aprecia un déficit en preguntas de comprobación en toda la unidad, sobre todo en la Lección 8 donde no se encontraron preguntas de esta categoría. Es relevante destacarlo pues en las Bases Curriculares manifiestan expresamente el objetivo de que los estudiantes comprendan la manera en que se ha generado el conocimiento científico. Entender la forma en que se alcanzó un cierto conocimiento o descubrimiento permite entender mejor su valor, y lo que significó en su contexto histórico.

Por otra parte, es interesante notar que las preguntas título no son meramente retóricas, sino que se espera que puedan ser contestadas al finalizar la unidad con los conocimientos adquiridos a lo largo de ésta. El título de la Unidad 4 es “¿Qué estructuras componen nuestro universo?”. Es una pregunta abierta que cumple el objetivo de resumir y acotar el contenido de la unidad. En primera instancia no debe ser respondida por los y las estudiantes, por lo que está funcionando como una pregunta activadora, que busca estimular la curiosidad de los educandos, ya que para aprender es importante querer saber. Al hablar de “estructuras”, está siendo expresada en un lenguaje propio de la disciplina, pero detrás de esta pregunta formulada en términos científicos, están otras, más inocentes, más primordiales: ¿Qué son el Sol, la Luna y las estrellas? ¿Dónde y qué tan lejos están? ¿Hasta dónde llega el cielo? Debido a que apela a estas primeras cuestiones, esta interrogación tiene el potencial de configurarse como un problema real y lograr el propósito de provocar el asombro e interés de las y los jóvenes.

Luego del título, nos encontramos con imágenes que buscan despertar la curiosidad y dos preguntas que fueron categorizadas como Iniciales, pues preguntan por los conceptos que ya poseen las y los estudiantes sobre el tópico a estudiar: “¿Qué cuerpos y estructuras cósmicas conoces?”, “¿Qué sabes acerca de la observación astronómica en Chile?”. Al ser sencillas y estar planteadas al comienzo cumplen con la función descrita en Roca, Márquez y Sanmartí (2013), pues preguntan por el conocimiento propio de las y los estudiantes y el foco no está en si éste es correcto o no. Estas preguntas están ubicadas adecuadamente dentro de la unidad del texto.

Una pregunta que no parece apropiada es la primera que aparece en la Lección 7, “¿Qué importancia tiene la observación astronómica?”. Se encuentra al final de una actividad que consiste en observar el cielo por varios días con un instrumento que deben

construir los y las alumnas, para registrar la posición en el cielo de algunas estrellas. Es una actividad medianamente compleja, que propicia habilidades de investigación (rigurosidad, competencia para manejar instrumentos, organización de datos). Sin embargo, la pregunta parece desconectada de la actividad. Contrastándola con los atributos propuestos por Granados (2017), se puede decir que esta pregunta es abierta, pero le falta contextualización y por lo mismo la demanda no está clara. En este caso, hubiese sido relevante indicar el nombre del instrumento —astrolabio— y dar un contexto histórico sobre su invención y usos para poder responder la pregunta inicial.

También, se podría incluir una pregunta de comprobación que indague en las dificultades que hubo en la construcción y en la toma de datos, para vislumbrar lo complejo que era en el mundo antiguo realizar esta labor.

Si se examina el resto de las preguntas de acuerdo con los criterios de Granados (2017), éstas parecen bien formuladas en cuanto a su objetivo. La mayoría posee un grado de apertura importante y están correctamente contextualizadas. Es difícil decir si resultarán interesantes para las y los estudiantes, y éste es un problema al cual se enfrenta cualquier texto de estudio. No es posible crear un texto que logre relacionarse con cada uno de los múltiples contextos escolares y sociales que se dan en nuestro país.

En general, es un texto que busca ser atractivo estéticamente y transmitir el grueso de los conceptos principalmente a través de imágenes, diagramas y tablas en lugar de párrafos extensos. Muchas de las preguntas formuladas al estudiante no pueden ser contestadas con la información proporcionada por el texto, siendo necesario buscar la respuesta en otras fuentes. Resulta complejo predecir el efecto que esto tendrá sobre las y los estudiantes. Para algunos podría parecer desafiante, para otros frustrante. Dentro de la

unidad se aprecia que la demanda de las preguntas, así como su dificultad, siguen una secuencia que se condice con las habilidades y aptitudes que se espera que desarrollen las y los alumnos de acuerdo con las Bases Curriculares.

Se cumplen todos los objetivos de aprendizaje, excepto una parte del tercero: “La información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros”. No hay preguntas que indaguen en este tópico. Según las Bases Curriculares, estos objetivos de aprendizaje contribuyen a las GI 1, 3 y 5, pero no hay preguntas que ayuden a la comprensión de la 1 y 3, y la 5 se aborda sólo en un par de preguntas. En cambio, sí hay preguntas que tributan de manera importante a las GI 2 y 6, que recordemos, no son recogidas en las grandes ideas mostradas en las Bases Curriculares.

Por otra parte, en la Lección 8 hay un fuerte énfasis en la modelización, con preguntas que no sólo ayudan a identificar los componentes esenciales del modelo, sino que también dan cuenta de un aspecto fundamental sobre el cual no se suele reparar: los modelos representan algunos elementos de la realidad, pero no son la realidad. Pensar sobre las limitaciones del modelo es clave para luego poder mejorarlo o reemplazarlo por otro.

Por último, no se encontraron preguntas que enseñen o inviten a las y los estudiantes a realizar preguntas por su cuenta. Es importante mencionarlo pues uno de los objetivos expresados en las Bases Curriculares era precisamente que el estudiantado aprendiese a conducir investigaciones y, por lo tanto, plantear preguntas.

Conclusiones y proyecciones

A lo largo del texto se aprecia un esfuerzo por reducir la cantidad de texto y formular un elevado número de preguntas. Muchas de estas preguntas no pueden ser

contestadas con la información presente en el texto, e incluso puede resultar complejo el buscar respuestas en internet. Esto no es algo necesariamente desfavorable pues, por una parte, no castra la curiosidad de las y los estudiantes, sino que la fomenta; y por otra, indica que varias de las preguntas tienen demandas de nivel cognitivo alto, lo que de ser trabajado adecuadamente puede propiciar una adquisición más profunda de los contenidos de la unidad. De este modo, se aprende a obtener y evaluar la información, en lugar de memorizar una información porque sí. Este es un elemento central en la formación de ciudadanas y ciudadanos alfabetizados científicamente.

A diferencia de lo que suele pasar en textos de ciencia, en sólo una de las cuarenta y cinco preguntas se tenía que hacer un cálculo, aunque es posible que esto se deba a los temas tratados en esta unidad y no a una voluntad por disminuir este tipo de problemas para favorecer la aprehensión de conceptos.

Por lo anterior, la unidad analizada requiere de una participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de las y los alumnos y, en consecuencia, se podría requerir de una importante guía del o la docente.

No se transmite apropiadamente la naturaleza histórica y replicable de la construcción del conocimiento científico. Sería conveniente agregar preguntas de comprobación y quitar algunas de descripción y generalización para lograr un texto más equilibrado y que logre expresar la naturaleza de la ciencia descrita en los documentos ministeriales. Para incluir preguntas que enseñen a preguntar, se podría haber incluido, por ejemplo, una actividad que pidiera hacer una entrevista a los y las astrónomas que aparecen mencionadas en el texto.

Tampoco se están transmitiendo adecuadamente las grandes ideas de la ciencia que, según las Bases Curriculares, se debieran enseñar a través de los objetivos de aprendizaje de esta unidad, pero sí se comunican otras, que no aparecen en el documento ministerial.

A futuro, sería interesante analizar otras partes del texto a través de la indagación con estudiantes que lo estén usando. Algunas preguntas podrían ser:

- ¿Cuáles son las consecuencias del uso que se le da a las imágenes en el texto?
¿Ayudan a clarificar conceptos?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la enseñanza a través de los modelos presentados en la unidad? ¿Se producen concepciones erróneas?
- ¿Se siguen secuencias didácticas apropiadas?

En suma, es un texto que tiene el potencial de ser trabajado desde una didáctica de la pregunta, con las consideraciones hechas a lo largo de este trabajo, y sobre todo promoviendo las preguntas de las y los estudiantes.

Bibliografía

- Díaz Moreno, N., & Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Freire, P., & Faúndez, A. (2013). *Por una pedagogía de la pregunta, crítica a una educación basada en respuestas inexistentes*. Siglo veintiuno editores.
- Granados, J. (2017). La formulación de buenas preguntas en didáctica de la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 545-559.
- Harlen, W. (Ed.). (2010). Principles and big ideas of science education.
- Márquez, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 61-71.
- Mineduc. (2015). *Bases curriculares. 7° básico a 2° medio*.

- Perales, F. J., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice*, 4(1), 1-15. doi:<https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pickett, S., Kolasa, J., & Jones, C. (1994). *Ecological understanding: The nature of theory and the theory of nature*. California: Academic Press, Inc.
- Pines, S. (1970). *Dictionary of Scientific Biography*.
- Quintanilla, M. (Ed.). (2012). *Las competencias de pensamiento científico desde 'las voces' del aula*. Santiago: Editorial Bellaterra.
- Roca, M. (2005). Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Educación*(25), 73-80.
- Roca, M., & Márquez, C. (2005). Las preguntas de los libros de texto y la construcción de modelos científicos. *Enseñanza de las ciencias*.
- Roca, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las ciencias*, 31(1), 95-114.
- Sagan, C. (1997). *The demon-haunted world. Science as a candle in the dark*. Headline.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.
- Wartofsky, M. (1968). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- Zuleta, O. (2005). La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje. *Educere*.

Anexos

Tabla 3. Categorización preguntas Unidad 4.

Pregunta	Categoría
1. ¿Qué estructuras componen nuestro universo?	Generalización
2. ¿Qué cuerpos y estructuras cósmicas conoces?	Pregunta inicial
3. ¿Qué sabes acerca de la observación astronómica en Chile?	Pregunta inicial

4. ¿Qué importancia tiene la observación astronómica?	Evaluación
5. ¿Cómo se conforma el universo cercano?	Generalización
6. ¿Qué son los asteroides troyanos?	Generalización
7. ¿Por qué la cola de un cometa es siempre opuesta al Sol?	Explicación causal
8. ¿Cómo se clasifican las estrellas?	Generalización
9. ¿De qué manera evolucionan las estrellas?	Generalización
10. ¿Cómo es el universo a gran escala?	Generalización
11. ¿Cómo se sabe de la existencia de la materia y energía oscura?	Comprobación
12. ¿De qué manera el desarrollo de nuevas tecnologías de observación astronómica impacta nuestro conocimiento del universo?	Comprobación
13. ¿Qué telescopios y observatorios espaciales existen? Investiga.	Descripción
14. ¿De qué manera se ha desarrollado la investigación astronómica en Chile y el mundo?	Comprobación
15. ¿En qué forma pueden organizar la información para que sea comprendida por los destinatarios?	Gestión
16. ¿Qué condiciones permitieron el desarrollo de la investigación astronómica en Chile?	Explicación causal
17. ¿Cuál creen que es la manera más óptima para comunicar su investigación documental?	Evaluación

18. ¿A qué distancia deberían quedar ambas esferas?	Predicción
19. ¿Qué complejidad presentaría hacer un modelo a escala del sistema solar?	Gestión
20. ¿Por qué Mercurio y Venus no tienen satélites naturales?	Explicación causal
21. Júpiter presenta un campo magnético muy intenso. ¿A qué se debe?	Explicación causal
22. ¿Por qué Júpiter y Saturno presentan una gran cantidad de satélites naturales?	Explicación causal
23. Aparte de Saturno, ¿qué otros planetas del sistema solar tienen anillos?	Descripción
24. ¿Por qué Plutón no es considerado un planeta?	Explicación causal
25. ¿Qué movimientos realiza nuestro planeta?	Descripción
26. ¿Por qué cuando en el hemisferio sur es verano, en el norte es invierno?	Explicación causal
27. ¿Qué mejoras le harían a su modelo?	Gestión
28. ¿Qué consecuencias tienen los movimientos relativos de la Tierra y la Luna?	Predicción
29. ¿Se ve en todas partes del mundo un eclipse solar?	Predicción
30. ¿De qué manera se pueden modelar los diferentes tipos de eclipses?	Gestión
31. ¿Creen que estos materiales son suficientes para modelar los eclipses?	Evaluación
32. ¿Qué cuerpos son representados por las esferas y la linterna, respectivamente?	Descripción
33. ¿Qué tipo de eclipse se está	Generalización

modelando?	
34. ¿Qué diferencias y similitudes distinguen en cada uno de los montajes?	Generalización
35. ¿Qué tipo de fenómeno se modeló en el primer montaje?	Generalización
36. ¿Qué hechos no pudieron ser representados con su modelo?	Evaluación
37. Si la etapa final de esta [estrella] es una enana blanca, ¿cuál debería haber sido la masa inicial de la estrella?	Predicción
38. ¿Qué diferencias y similitudes existen entre un asteroide y un cometa?	Generalización
39. ¿Cuáles de los siguientes objetos o estructuras astronómicas no están contenidos en una galaxia? [Agujero negro, cúmulo de galaxias, Nebulosa]	Descripción
40. ¿Qué características debe presentar un objeto astronómico para ser considerado un planeta?	Generalización
41. [Respecto a una imagen de las posiciones de la Tierra en torno al Sol] Las posiciones 1 y 2, ¿a qué estaciones del año corresponderán en el hemisferio norte y sur, respectivamente?, ¿por qué?	Descripción
42. ¿Qué cuerpos celestes y en qué orden deberían estar, de izquierda a derecha, para que el esquema represente un eclipse de Sol?	Descripción
43. Si usaras un balón de básquetbol para representar al Sol, ¿cuál sería el inconveniente de construir un modelo del	Predicción

sistema solar?	
44. [Respecto a una tabla] ¿Está completada correctamente la tabla? Explica.	-
45. ¿Cuál sería tu respuesta a la gran pregunta planteada en el título de unidad?	Evaluación