

La visión de la naturaleza de la ciencia en los textos de estudios de física en Chile

The vision of nature of science in the textbooks of physical in Chile

Resumen

El presente trabajo se enmarca dentro de un proyecto que busca conocer las creencias epistemológicas de los estudiantes en relación a las ciencias y el aprendizaje efectivo de ellas. Las investigaciones internacionales sugieren que entre dichas fuentes se encuentran los planes de estudio, los textos escolares y las prácticas educativas dentro y fuera del aula. En esta línea presentamos brevemente criterios que contempla un instrumento para caracterizar las visiones sobre la Naturaleza de la Ciencia, en textos para los estudiantes de noveno y décimo grado de colegios municipales o particulares subvencionados de Chile y la influencia de los Marcos Curriculares para generar esa visión. La muestra se constituye por libros de textos de Física pre y post ajuste curricular (MINEDUC, 2009). Los resultados indican que existe una mayor presencia en los textos post ajuste, de aspectos relacionados a una visión informada de la naturaleza de la ciencia.

Palabras clave: Naturaleza de ciencia, Libros de texto, Física

Abstract

This work is part of a project that seeks to know the students' epistemological beliefs in relation to science and effective learning of them. International research suggests that between these sources are the curricula, textbooks and teaching practices within and outside the classroom. In this brief we present criteria that includes a tool for characterizing the views on the Nature of Science in texts for students in ninth and tenth grade municipal or private subsidized schools in Chile and the influence of the curriculum frameworks to generate this view. The sample is constituted by physics textbooks before and after curricular adjustment (MINEDUC, 2009). The results indicate a greater presence in the post text setting, aspects related to an informed view of the nature of science

Key words: Nature of science, textbooks, physics

Marco de referencia, propuesta del estudio y preguntas de investigación

El presente trabajo se enmarca dentro de la investigación “Teorías implícitas que subyacen a los conceptos de ciencia/científico y aprendizaje de ciencia en estudiantes secundarios: Aproximación a su conformación y a las fuentes que las originan” (Proyecto CIE 19/2010). En ella se investigó acerca de las concepciones de estudiantes de educación secundaria acerca de la Naturaleza de las Ciencias (NdC) y del Aprendizaje de las mismas, bajo diferentes contextos de enseñanza. Los resultados iniciales indican concepciones más

cercanas a visiones ingenuas de las ciencias, entendiéndolas desde marcos realistas y empiricistas, nociones que avalan la idea de una ciencia unívoca y objetiva (González (González-Weil, López *et al.*, 2009) Es necesario entonces, conocer cuáles son las fuentes que podrían estar originando o explicando las concepciones de ciencia y del aprendizaje de las ciencias que sostienen los estudiantes. Al respecto, las investigaciones internacionales sugieren que aspectos tales como los planes de estudio, los textos escolares y las prácticas educativas dentro y fuera del aula son factores influyentes (Türkmen, 2008).

En relación a los textos escolares, diversos autores se han pronunciado acerca de los requisitos que debe tener un libro de texto en la actualidad. En este sentido, Niaz (2010) indica que “a pesar de los esfuerzos de reforma, los estudiantes todavía tienen puntos de vista ingenuos sobre la naturaleza de la ciencia. Los análisis de libros de texto muestran que casi una completa falta de comprensión del papel desempeñado por los presupuestos, las contradicciones, las polémicas y las especulaciones en el progreso científico”. Por su parte, Türkmen (2008) describe como fuente principal de la imagen de científico, las prácticas pedagógicas de los profesores en el aula, así como los textos escolares que utilizan. Existe una amplia evidencia experimental que demuestra que los alumnos y, a veces los profesores, tienen ideas equivocadas sobre la ciencia y el conocimiento científico. Estas ideas se refieren, por ejemplo, a “cómo se construye, cómo evoluciona y cómo se articula el conocimiento científico y, como son esas ideas sobre la ciencia que presentan los libros de texto” (Campanario, 2001). Esas visiones existentes, llenas de elementos tradicionales sobre la ciencia, su construcción y evolución, vale la pena contrastarla en los libros de texto.

Garriz (2006) agrega que los libros de texto de ciencia del siglo XXI deben tener muchos más elementos que los libros tradicionales señalando “se debe ir más allá del desarrollo de los conocimientos, modelos, teorías y habilidades científicas, para preguntarnos acerca de su origen histórico, de su fiabilidad, de la forma cómo se obtuvieron, si ello ocurrió con cooperación y colaboración o como una batalla entre los grupos, para qué se emplean comúnmente, qué beneficios reportan para la sociedad y otras cuestiones en relación con la Naturaleza de la Ciencia. Estos elementos deben formar parte explícita de los cursos de ciencia para todas las personas, es decir, incorporarlos para la formación de ciudadanos”. Estas ideas son relativamente nuevas dentro de la didáctica del docente de aula y el tema no es conocido ni menos manejados, al parecer, por la mayoría autores y editores de textos de estudios científicos.

Los libros de textos de ciencia en Chile

El Ministerio de Educación de Chile (Mineduc) entrega, en forma gratuita, aproximadamente quince millones de textos escolares a cerca de tres millones doscientos mil estudiantes de colegios municipalizados o subvencionados. En los diferentes niveles de Enseñanza Media, los estudiantes reciben textos de Biología, Física y Química para su uso tanto en clases como para realizar actividades fuera de ella (Mineduc, 2010). Estos textos deben cumplir con una serie de especificaciones descritas en “bases de licitación de textos” que son evaluadas por expertos y, que permite asegurar ciertos estándares mínimos en su confección. Según el Centro de Recursos y Aprendizaje (CRA) del Mineduc, los textos de estudios son, por lo general utilizados y constituyen en una importante fuente de

información tanto para alumnos como profesores. Después de una década de transcurrida la reforma educacional el Marco Curricular de Chile que emergió de ella, ha sido sometido a revisión generándose cambios plasmandos en el llamado “Ajuste Curricular” del año 2009 que, en el ámbito de la enseñanza de la ciencia, relevan como uno de los objetivos fundamentales el desarrollo de las Habilidades de Pensamiento Científico (HPC).

Estas habilidades declaradas en la Actualización del Marco Curricular (Mineduc, 2009) se entienden como *“las de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia. Estas habilidades incluyen la formulación de preguntas, la observación, la descripción y registro de datos, el ordenamiento e interpretación de información, la elaboración y el análisis de hipótesis, procedimientos y explicaciones, la argumentación y el debate en torno a controversias y problemas de interés público, y la discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología. Desde la perspectiva que orienta esta construcción curricular estas habilidades deben desarrollarse a través de la exposición de alumnos y alumnas a una práctica pedagógica activa y deliberativa, que los estimule a razonar y reflexionar sobre lo que observan y conocen. Esta práctica pedagógica implica desarrollar experimentos, como ha sido tradicional en la enseñanza de las ciencias, pero también familiarizar a los y las estudiantes con el trabajo analítico no experimental y la reconstrucción histórica de conceptos”* (p. 245).

Para desarrollar las HPC, el Ajuste Curricular 2009 los presenta, en cada nivel, formulados de manera independiente de algún contenido temático en particular. No obstante lo anterior, también es relevante enfatizar la transversalidad de las habilidades de pensamiento científico declaradas en los Objetivos Fundamentales (OF) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO), pues dichas habilidades están incorporadas de manera integrada y coherente con el conjunto de los OF-CMO propios de cada eje temático. Esto para permitir que al elaborar los programas de estudio y las planificaciones anuales, las habilidades propuestas sean trabajadas en relación a cualquiera de los contenidos que se estime pertinente, de acuerdo a las características de las realidades escolares específicas. De esta forma se evita la relación rígida entre un contenido particular con una habilidad específica. Considerando lo anterior, se podría hipotetizar que con ello se logrará contribuir al desarrollo de una visión de la NdC más informada en los estudiantes. A modo de ejemplo, las HPC propuestas en el marco Curricular de Décimo grado son:

- a) *Identificación de teorías y marcos conceptuales, problemas, hipótesis, procedimientos experimentales, inferencias y conclusiones en investigaciones clásicas o contemporáneas relacionadas con los temas del nivel; por ejemplo, la determinación del equivalente mecánico del calor.*
- b) *Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel, por ejemplo, el descubrimiento del planeta Neptuno sobre la base de las leyes de Kepler y Newton.*
- c) *Identificación de relaciones de influencia mutua entre el contexto sociohistórico y la investigación científica a partir de casos concretos clásicos o contemporáneos relacionados con los temas del nivel.*

- d) *Explicación de la importancia de teorías y modelos para comprender la realidad, considerando su carácter sistémico, sintético y holístico y dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.*
- e) *Identificación de las limitaciones que presentan modelos y teorías científicas que persiguen explicar diversas situaciones problemas.*

(Mineduc, 2009, p 278)

Como se puede inferir, estas HPC también apuntan hacia la formación de una visión de la NdC informada. Si bien estas son habilidades a desarrollar en un nivel, la idea de progreso en el ajuste al currículum implica que los aprendizajes definidos para cada año son inclusivos a medida que alumnos y alumnas avanzan a otros niveles escolares. Así las habilidades, actitudes y conocimientos tratados en un grado serán fundamentales en la comprensión y desarrollo de aquellos correspondientes a los siguientes años. Lo anterior permite también entender que las habilidades definidas en un grado escolar previo no desaparecen en los niveles siguientes, pese a que se enfatizan en otras HPC (Marco Curricular Ajustado, Mineduc, 2009).

Por lo declarado, para muchos profesores, la elección de un libro de texto supone su decisión curricular muy importante, por lo que no es raro que este instrumento ejerza un efecto poderoso sobre sus enfoques docentes y sobre las estrategias de aprendizaje de los alumnos. En este contexto es necesario revisar cual es la visión ciencia que proporcionan los textos de estudio chilenos, los cuales se podría suponer que contribuyen a producir una imagen a veces distorsionada sobre la naturaleza de la ciencia por parte de los estudiantes. En Chile, los textos escolares constituyen uno de los principales recursos utilizados por los docentes; de ahí la pregunta central de este estudio, *¿En qué medida se relaciona la visión de Naturaleza de la Ciencia con la imagen que transmiten los textos escolares de Ciencia utilizados en Enseñanza Media?* En este contexto se plantea como objetivo general, analizar las visiones de ciencia que muestran los textos escolares chilenos de Física de enseñanza secundaria, mediante un instrumento construido y validado para tales efectos.

Ahora bien, avanzando en esta reflexión, nos preguntamos por la visión de NdC que promueven los textos de estudios: ¿entregan ellos, (específicamente de Física), una visión informada sobre la Naturaleza de las Ciencias?, y, al relevarse HPC como parte sustantiva de los contenidos del currículum, ¿ha contribuido a un cambio en la visión sobre la NdC que presentan los textos de estudios?

Metodología

Como se ha discutido anteriormente en la bibliografía existe revisiones y análisis de libros de textos en diversos aspectos: imágenes, errores conceptuales, secuencia, modelos de enseñanza, factualidad, etc. No obstante acceder a instrumentos de análisis de la visión sobre la NdC en textos de estudios no nos ha sido posible. Por tanto, presentamos un instrumento adaptado a partir de las dimensiones de análisis del cuestionario VNOS-C (Lederman, 1992). El propósito es, mediante criterios que se indicarán a continuación, caracterizar la visión de naturaleza de las ciencias en los textos para los estudiantes. Para la realización del pilotaje se seleccionó una unidad de cada uno de los textos de Física de

Segundo Año de Enseñanza Media, edición 2007-2008. Las unidades seleccionadas fueron “La Tierra y su entorno” del texto de Física”, cuyo proceso fue llevado a cabo por comparación entre tres expertos. La metodología empleada para el pilotaje y su aplicación en la muestra definitiva fue la siguiente:

- Construcción del instrumento basado en la taxonomía de Lederman (1992)
- Proceso de validación por jueces expertos y análisis de la confiabilidad en base a los resultados del índice Kappa.
- Prueba el instrumento para moderar la evaluación de los profesionales.
- Análisis Preliminar y ajustes en el instrumento definitivo, para los evaluadores.
- Aplicación de prueba definitiva a los textos escolares de física entregados por el MINEDUC.
- Análisis estadísticos de los diferentes parámetros obtenidos.

Los libros de texto evaluados, para los efectos de esta presentación, fueron los siguientes, presentados en la Tabla 1.

Se debe considerando el carácter progresivo de la aplicación del Ajuste Curricular por lo que solo los textos que se identifican (ID) como L2 y L3 son editados siguiendo las orientaciones del ajuste y por lo tanto tomando en cuenta la inclusión de las habilidades de pensamiento científico que en ellas se sugieren. Los textos identificados como L1 y L4 se elaboran siguiendo las directrices del Marco Curricular previo al ajuste del año 2009.

Año	Nombre del texto	Editorial	ID
2006-9	Física Primer Año Medio	Santillana Del Pacifico S.A. De Ediciones	L1
2010	Física Primer año medio	Santillana Del Pacifico S.A. De Ediciones	L2
2010	Física Segundo Año Medio	Santillana Del Pacifico S.A. De Ediciones	L3
2007-8	Física Segundo Año Medio	Mare Nostrum	L4

Tabla 1. Muestra de libros

Desarrollo de criterios de análisis

Para analizar los libros de textos se diseñó un instrumento cuyas dimensiones son adaptadas de anteriores estudios sobre naturaleza de la ciencia (Lederman, 2001, 2002), visión del científico/a (Chambers, 1983; González et al., 2009) en los estudiantes. Los criterios seleccionados se muestran en la Tabla 2.

Criterios	Tipología por cada criterio	
	Informada	Ingenua
C1: Provisionalidad	El conocimiento científico (CC) está sujeto a cambiar con nuevas observaciones	No cambia, es estático y exacto.

C2: Base empírica	El CC basado o derivado de observaciones provenientes del mundo natural	Se deja de lado las observaciones del mundo natural y se hace alusión a hechos observables.
C3: Subjetividad	La ciencia es influenciada y manejada por las teorías y leyes científicas aceptadas actualmente e interpretaciones de datos filtrados a través de los lentes de la teoría actual	La ciencia es completamente objetiva.
C4: Creatividad	CC, es creado por la imaginación humana y el razonamiento lógico	Se hace alusión a la pérdida de objetividad al ocupar la creatividad en las ciencias.
C5: Integración Social/Cultural	La ciencia es una propuesta humana, y como tal, es influenciada por la sociedad y la cultura en la cual es practicada	La ciencia como algo que no se ve influenciado por valores sociales y culturales.
C6: Observaciones e inferencias	La ciencia está basada en ambas, observaciones e inferencias	No se considera la inferencia como parte del proceso de investigación en ciencia, solo se hace alusión a la observación
C7: Teorías y leyes	Las teorías y leyes son diferentes tipos de conocimiento científico	La diferencia fundamental entre la teoría y ley es que la teoría es algo que no se ha comprobado y la ley es una verdad absoluta.

Tabla 2. Criterios de evaluación

Aplicación de los criterios, ejemplos y resultados

A modo de ejemplos se presentarán algunas evidencias representativas para cada criterio seleccionadas del texto para el estudiante de Segundo año de Enseñanza Media, 2010.

C1: Integración Social/Cultural

En el recuadro (página 150, L3) se hace mención en forma explícita sobre este aspecto informado sobre la NdC el cual plantea la integración entre lo social y lo cultural. En efecto, en este caso, a propósito de la propuesta del modelo geocéntrico, la ciencia se

presenta como una propuesta humana, y como tal, influenciada por procesos sociales, culturales y religiosos en la cual es practicada. Los valores y expectativas de la cultura determinan qué y cómo la ciencia es interpretada, conducida y aceptada (Ver figura 1).

REFLEXIONEMOS

¿Te has preguntado por qué se establece cierto modelo científico en una época específica? Hoy en día resulta evidente la explicación a muchos de los fenómenos que observamos a diario, pero muchas de las explicaciones que hoy tenemos son el resultado de siglos de observaciones. Vale decir, la ciencia no actúa de forma independiente a otros procesos: sociales, culturales y religiosos. Así, por ejemplo, el modelo geocéntrico responde, a su vez, a una visión social y religiosa. Muchos de los que postularon dicho modelo trataron de ser coherentes con otras visiones de la época. Los cambios en los modelos científicos se deben, en parte, a cambios sociales, culturales y religiosos.

Figura 1. Ejemplo Criterio C1

Ten presente que:

- Una ley, al ser un modelo que se aproxima a cierta realidad, contiene limitaciones. Por ejemplo, la ley de gravitación universal, pese a ser uno de los mayores logros en la historia de la ciencia, no pudo explicar la precesión en la órbita del planeta Mercurio (perturbación gravitacional observada sobre el planeta); esto hizo que se postulara la existencia de otro planeta más cercano al Sol, el que nunca se encontró. Finalmente, la aparición de una nueva teoría explicó dicho fenómeno: la teoría de la relatividad general de Albert Einstein.

Figura 2. Ejemplo criterio C2

C2: Teorías y leyes

En éste párrafo (Página nº 168, L3) se pueden evidenciar la presencia informada sobre las **teorías y leyes**. En efecto, queda en manifiesto que ellos son diferentes tipos de conocimiento científico. Las teorías y leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen relaciones, observadas y percibidas, de los fenómenos en la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de fenómenos naturales y mecanismos para relaciones entre fenómenos naturales. Las hipótesis en ciencia pueden llevar tanto a teorías como a leyes con la acumulación de una cantidad substancial de evidencia de soporte y la aceptación de la comunidad científica. En este caso, a partir de una teoría o ley no se puede explicar la perturbación de la órbita de Mercurio. Esto se realizó posteriormente al emerger la teoría de la relatividad (Ver figura 2).

C3: Subjetividad

En este ejemplo (página 158, L3) se evidencia el carácter **subjetivo** de la ciencia puesto que es influenciada y manejada por las teorías y leyes científicas aceptadas y que la comunidad científica interpreta a partir datos filtrados a través de los lentes de la teoría actual y acuerdos consensuados. Se observa en este párrafo la referencia al valor de Kepler al desechar propuestas sobre las órbitas de los planetas del sistema solar y su perseverancia para encontrar las leyes que llevan su nombre. (ver figura 3)

5. Tercera ley de Kepler

En la época de Kepler el pensamiento estaba aún influenciado por las ideas griegas de armonía universal, muchas de ellas relacionadas con las proporciones y los números, probablemente influjos de la escuela pitagórica. Ya relatamos cómo el astrónomo creía que las órbitas estaban relacionadas entre sí por los sólidos perfectos de Platón.

Pero el pensamiento científico necesita de evidencias para ser considerado válido. En este sentido es destacable la honestidad de Kepler al desechar sus antiguas creencias sobre las órbitas, ante la evidencia de la observación científica. De todas maneras, él siguió buscando relaciones matemáticas entre las órbitas de los distintos planetas, pues tenía la convicción religiosa (Kepler tenía formación clerical) de que Dios creaba sus obras con proporciones matemáticas. De esa manera, descubrió su tercera ley, la que fue publicada en 1619 y se conoce también como ley armónica o ley de los periodos:

Los cuadrados de los periodos de revolución de los planetas en torno al Sol son directamente proporcionales al cubo de los semiejes mayores de las elipses correspondientes.

Lo que, escrito en lenguaje matemático, es:

$$T^2 = k a^3$$

Figura 3. Criterio C3

C4: Provisionalidad.

En este ejemplo de Provisionalidad (página 151, L3) se pone en evidencia que el conocimiento científico está sujeto a cambiar con nuevas observaciones y con la reinterpretación de observaciones existentes. La referencia a que Kepler abandona la creencia de que los planetas giraban en órbitas perfectas es uno de que pone en manifiesto razones la provisionalidad del conocimiento científico (Ver figura 4).



Figura 4. Ejemplo criterio C4

Actividad 12	MASA E INERCIA	INFERIR
1. Reúnete con un compañero o compañera y consigan dos vasos plásticos, dos metros de hilo y un poco de arena. Cuelga cada vaso plástico de aproximadamente un metro de hilo. Llena uno de los vasos con arena y deja el otro vacío. Empuja simultáneamente ambos vasos con tu mano, tratando de aplicar la misma fuerza sobre ellos.		
• ¿Cuál de los vasos se movió con mayor facilidad?		
• ¿Qué vaso tiene mayor masa?		
En la actividad anterior, observaste que el vaso que contenía arena oponía mayor resistencia a moverse que el que se encontraba vacío. Esta tendencia que tienen los cuerpos a mantener su estado de reposo o movimiento en que se encuentran se llama inercia. Esta propiedad fue descrita por el físico italiano Galileo Galilei (1564-1642). Él observó que un cuerpo se detenía después de haber sido impulsado y atribuyó este efecto a la fuerza de roce que existe entre el objeto y la superficie por la cual se desliza. Galilei infirió también que si fuera posible eliminar totalmente el roce, el objeto continuaría moviéndose en forma indefinida, sin ser necesario mantener la fuerza inicial.		Ten presente que: <ul style="list-style-type: none">• Pese a que habitualmente se les llama leyes o principios de Newton, en ciencias y especialmente en Física, ley y principio no son lo mismo: un principio se postula de forma axiomática y una ley se deduce de una serie de principios o de forma experimental.

Figura 5. Ejemplo criterio C5

C5: Observación e inferencia

En este ejemplo (página 81, L3) la actividad está basada en ambas, **observaciones e inferencias**. Las observaciones son reunidas a través de los sentidos humanos o extensiones de estos sentidos. Las inferencias son interpretaciones de estas observaciones se realizan a partir de una actividad simple que permiten guiar las observaciones e inferencias y conectarla, en un contexto histórico con el planteamiento de Galileo sobre inercia. (Ver figura 5)

C6: Creatividad

En este relato (página 44, L3) se muestra como, a través de un ingenioso método, el conocimiento científico es **creado** por la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación está basada en observaciones e inferencias del mundo natural o bien a través de un diseño que permite construir nuevos conocimientos (Ver figura 6).

C7: Base empírica

En éste ejemplo (página 111, L3) se hace implícito que los hechos y descubrimientos **empíricos** permiten enriquecer el conocimiento científico a través de el LHC (gran colisionador de partículas) por medio de la descomposición de partículas atómicas (Ver figura 7).

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Experimento de Joule

Observación y planteamiento del problema
La energía puede adoptar distintas formas, como energía mecánica, eléctrica o el calor. Como en todos los casos es energía, esta se puede transformar de una en otra.

Hipótesis
La energía mecánica puede transformarse en calor.

Procedimiento
En este caso, conoceremos el experimento realizado por el físico inglés James Prescott Joule (1818-1889) para encontrar la relación entre calor y energía mecánica.
En el año 1840, luego de muchos años de estudio, se determinó que el calor era una forma de energía. Como la energía se puede transformar, Joule realizó un experimento para encontrar el equivalente mecánico del calor, es decir, a cuánto trabajo mecánico equivale una determinada cantidad de calor.
El experimento que realizó Joule es el siguiente:

En la figura se puede ver que el montaje experimental incluía un eje que contenía una serie de espas. Mediante las masas que se encuentran suspendidas se hacía girar el eje y las espas agitaban el agua que se encontraba en su interior. Un termómetro medía la temperatura del agua.
Cuando la temperatura aumentó en 1 °C, al calor absorbido por cada gramo de agua le asignó el valor de 1 caloría al trabajo realizado para lograr dicho incremento, es decir, se entregó 1 cal para aumentar la temperatura del agua en 1°C.




Figura 6. Ejemplo criterio 6

Colisionador de partículas

Leyes macroscópicas en el mundo microscópico

La mecánica cuántica, que da cuenta del comportamiento de partículas a nivel subatómico, indica que la materia a este nivel se rige por leyes completamente diferentes a las leyes del mundo macroscópico, al mundo que podemos observar. Por lo tanto, no podemos aplicar las leyes de la mecánica clásica al mundo microscópico, pero ¿existirá alguna ley que sea válida tanto clásica como cuánticamente?

Un colisionador de partículas consiste en un anillo cerrado, el cual se encuentra al vacío para aislar completamente el movimiento de las partículas en su interior. Los colisionadores de partículas se encuentran muchos metros bajo tierra, de modo de prevenir problemas como la posible liberación de radiaciones.

El colisionador de partículas más grande que existe es el LHC (large hadron collider, que en español significa "gran colisionador de hadrones"), ubicado cerca de Ginebra, en la frontera franco-suiza, que se puso en funcionamiento el año 2008. Este colisionador funciona enviando un haz de protones dentro de este anillo, acelerándolos hasta alcanzar velocidades cercanas a la velocidad de la luz. En sentido contrario y dentro del mismo anillo, se lanza otro haz de protones. Estas partículas entonces colisionarán a grandes velocidades, recreando las condiciones existentes instantes después de la gran explosión que dio origen al Universo, conocido como "big bang".

Este gran choque podrá producir la descomposición de las partículas, en otras más pequeñas para así poder entender como está formada la materia y cómo se dio origen a esta. Pero ¿cómo podemos conocer el comportamiento de las partículas después del choque? Lo podemos conocer, ya que hay una ley del mundo macroscópico que se cumple a nivel microscópico: la ley de conservación del momentum. Si bien las colisiones ocurren a grandes velocidades entre partículas que son estudiadas por la mecánica cuántica, la cantidad de movimiento del sistema antes de la colisión es igual a la cantidad de movimiento total del sistema después de la colisión.



Figura 7. Ejemplo criterio 7

Resultados

Como se ha indicado, los criterios propuestos se aplicaron en el análisis de textos de física chilenos utilizados por los estudiantes de 9°, 10°, 11° y 12° grado. Se contabilizó el número de veces que, en cada texto, se evidencia la presencia informada, tanto implícita como explícitamente, de cada criterio considerado en el instrumento. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

CRITERIOS	9° grado	9° grado	10° grado	10° grado
	2006 – 9	2010	2007- 8	2010
	L1	L2	L3	L4
Provisionalidad	1	14	4	12
Base empírica	2	10	3	9
Subjetividad	2	5	2	5
Creatividad	0	1	3	2
Integración social cultural	11	11	13	21
Observaciones e inferencia	4	16	2	13
Teoría y leyes	6	15	21	20
Total	26	72	48	82

Tabla 3: frecuencia de eventos según criterios

Al graficar los eventos relacionados con la NdC evidenciados en los textos de estudios pre y post ajuste de 9° y 10 grado se obtiene lo siguiente (Ver figura 8):

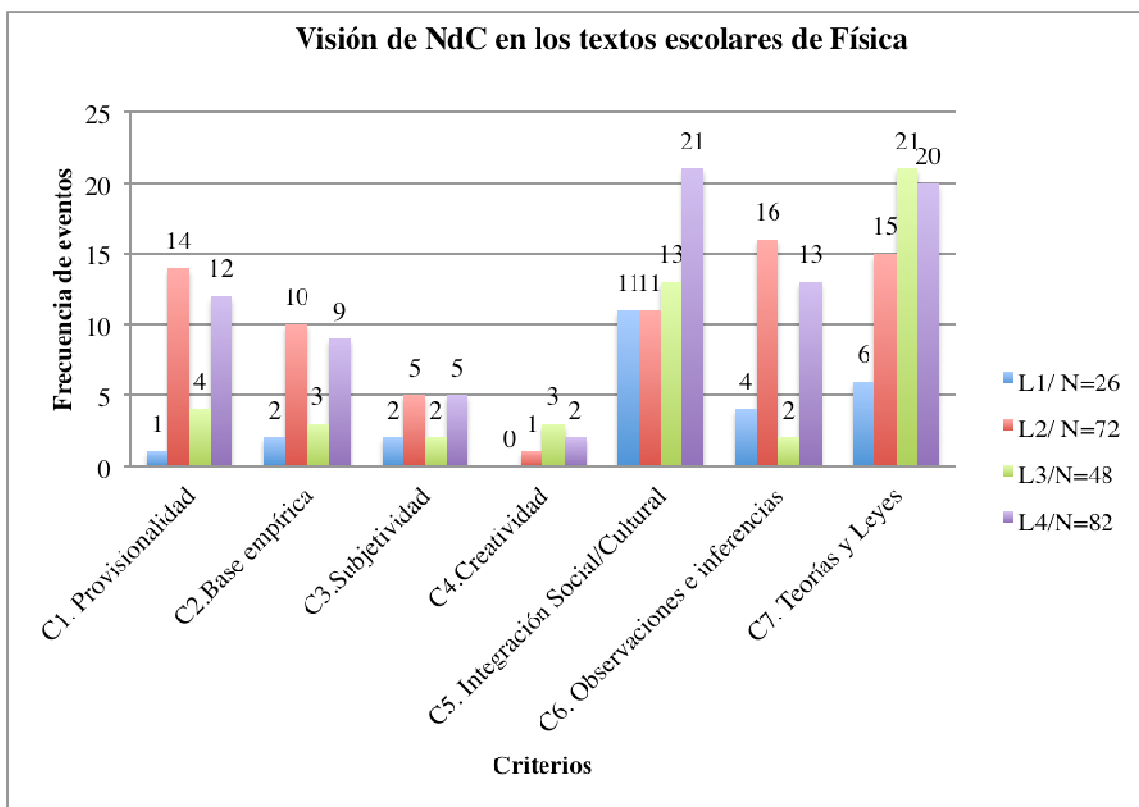


Figura 8. Tendencia de los libros de texto

En la figura 8 se puede apreciar que en todos los textos de estudios, independientes del año de edición, presentan una baja presencia de visiones referida a subjetividad de la ciencia y a su carácter creativo. Por otro lado, en general, se observa un incremento considerable de eventos, tanto explícitamente como implícitamente sobre una visión de la NdC, en los textos post ajuste curricular. En efecto, si tomamos como ejemplo al criterio “provisionalidad” se observa el tratamiento de este aspecto sólo una oportunidad en primero medio pre ajuste, en contraste de la aparición de catorce veces en el texto basado en los lineamientos de ajuste al currículo. Del mismo modo, entre segundo año pre y post ajuste se observa un cambio desde cuatro a doce eventos.

Avances e implicancias

Los datos señalan que los libros de texto de física entregados por el Ministerio de Educación se han hecho cargo de la incorporación de algunos aspectos de la NdC que permiten una concepción informada de ella en términos de provisionalidad, base empírica, integración cultural y social, observaciones e inferencias y, teorías y leyes. Lo anterior, está en sintonía con la declaración de las HPC del nivel que estos cursos promueven, tanto en términos de aprendizajes esperados como en CMO. En contraposición, los criterios de subjetividad y creatividad no aparecen como un criterio relevante en estos textos lo que también coincide con su ausencia en la declaración de habilidades de pensamiento científico del nivel de estos niveles. Se puede deducir que la propuesta explícita de las HPC en el ajuste curricular 2009 y en los programas de novenos y decimos grados ha sido

suficiente para que los autores y editores de textos de estudios entreguen una visión más informada de las ciencias en aquellos aspectos que se describen como necesario a desarrollar en el nivel.

Por lo anterior, se hace evidente que al intencionar aspectos relacionados con la NdC, a través de los instrumentos curriculares, es posible lograr que en los textos de estudio se haga explícito este tratamiento. De lo contrario, como se visualiza en el análisis de los textos anteriores al ajuste curricular del 2009, estos dan una visión limitada de ella. Además, este trabajo ha permitido construir con un instrumento validado para evaluar la visión de NdC en textos escolares de física, el cual puede ser muy útil para analizar la presencia informada de estos criterios en textos de Ciencias.

Finalmente los resultados preliminares sugieren cómo lograr que los textos promuevan una visión informada de la NdC lo que debería contrastarse con la idea de ciencia que perciben los estudiantes después de su uso. Considerando los resultados obtenidos, cabe entonces preguntarse, ¿los nuevos textos lograrán ser un aporte para lograr un cambio en esa percepción?

Agradecimientos

Este trabajo se hace parte del proyecto CIE-05 “Implicit theories underlying the science-related concepts (scientific and science learning among secondary students: approaching analysis from the levels of scientific competence and gender differences” que dirige los académicos Dra. Corina González-Weil, académica del Instituto de Biología, y Dra. Verónica López, Dra. Carmen Gloria Nuñez, académicas del la Escuela de Psicología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Juan Gavilán de la Facultad de Biología de la Universidad de Concepción.

Referencias

CAMPANARIO, J.M. ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales.

Enseñanza de las Ciencias, 19 (3): 352-354, 2001

GARRITZ, A. Naturaleza de la Ciencia e Indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. **Revista iberoamericana de educación**. 42, 127-152, 2006

GONZÁLEZ-WEIL, C.; LÓPEZ, V.; CASTILLO, P. Científicos jóvenes y sonrientes: la imagen de científico de los estudiantes chilenos de 11 y 12 grado en diferentes contextos escolares. VIII Congreso de Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2009. Barcelona. UAB. p.2548-2552.

LEDERMAN, N. Students' and teachers' conception of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

MINEDUC Política de textos escolares. En línea en http://portal.textosescolares.cl/imagen/File/pdf/Folleto_Politica_nuevaversion.pdf , 2010. Extraído el 24 de junio de 2011.

MINEDUC (2009). Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media. Actualización 2009. ISBN 978-956-292-258-6. Ministerio de Educación, República de Chile.

MINEDUC (2009). Política de textos escolares, http://portal.textosescolares.cl/imagen/File/pdf/Folleto_Politica_nuevaversion.pdf

NIAZ, M. Science curriculum and teacher education: The role of presuppositions, contradictions, controversies and speculations vs Kuhn's 'normal science'. *Teaching and Teacher Education* 26, 891-899.(2010)

TÜRKMEN, H. Turkish primary students' perceptions about scientist and what factors affecting the image of the scientists. ***Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education***, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2008.