

El lenguaje como *problema y oportunidad* de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia.

Mario Quintanilla Gatica

Profesor Asociado. Facultad de Educación.

Universidad Católica de Chile.

mquintag@uc.cl

www.laboratoriogrecia.cl

Resumen

En este capítulo, quisiera compartir desde mi experiencia como investigador en didáctica de las ciencias experimentales, el vínculo entre mi proceso de desarrollo personal y científico y la connotación de 'proceso de valoración del lenguaje' para aprender a pensar con teoría e interpretar los hechos del mundo. La evidencia de que no estamos en una 'época de cambios', sino en un 'cambio de época' y la incertidumbre de nuestra especie mutilada por la barbarie y el egoísmo en contextos de formación inicial y continua del profesorado y del aprendizaje de las ciencias en diferentes contextos socio geográficos e institucionales, nos está diciendo algo. Desde esta perspectiva quisiera invitarles a reflexionar no sólo de la necesidad de un robusto sustento epistemológico para comprender la naturaleza de la ciencia y sus finalidades, mediadas por el lenguaje, sino que además de la necesidad de transparentar nuestra jerarquía de valores para encontrar esa justa y necesaria articulación entre conocimiento, pensamiento, experiencia, lenguaje y cultura. Para ello desarrollo un análisis conceptual desde diferentes miradas y posteriormente propongo algunos criterios e instrumentos derivados de la investigación en didáctica de las ciencias, que orienten la tarea de la promoción y desarrollo de habilidades cognitivolingüísticas.

Consideraciones generales sobre pensamiento, lenguaje y cultura científica escolar

Desde hace ya varias décadas que investigadores e investigadoras desde diferentes campos del conocimiento tanto sea o no meta teórico coinciden en valorar el lenguaje como un componente más que relevante en la enseñanza de las ciencias experimentales. Las diferentes evidencias de la investigación en didactología (Candela, 1999; Mortimer, 2000; Izquierdo & Sanmartí, 2000; Galagovsky, L. R., Bekerman, D., Giacomo, M. A. Di, & Alí, S. , 2014) han demostrado que el lenguaje es un problema no sólo lingüístico, sino que también cultural y social al que tributan emociones, historias personales, ideologías y diferentes maneras de ver el mundo con finalidades también diversas que van desde su legado descriptivo hasta visiones de intervención y transformación social. Ya Vygotsky (1995) nos anticipaba hace más de 100 años que nuestras ideas se filtran en nuestras palabras y transmiten no sólo conocimiento sino que también sentimientos y emociones. Desde esta consideración previa, las palabras configuran realidades y sentidos, pero

también operan con una carga emocional que condiciona y determina al sujeto individual y también al sujeto colectivo en diferentes culturas en las que enseñamos ciencia (Molina, A. Niño, Ch. Sánchez, J., 2014). En consecuencia, operamos con un lenguaje dinámico cuya riqueza semántica favorece o desfavorece comprender el mundo y sentirse parte importante de su intervención y transformación, de una aventura humana permanente.

Sostengo que en el caso de América Latina (susceptible de otros ejemplos geográficos distribuidos y situados) nos encontramos en un momento particularmente complejo de nuestra historia política, cultural, social y económica. Analizado desde diversas dimensiones y causas, nuestros contextos de educación científica en América Latina no sólo son diversos y heterogéneos por cuestiones estructurales; son la evidencia sustantiva de un modelo de sociedad que ha promovido su 'democracia' sobre la base de un juego oprobioso de manipulación política, social y cultural entre la 'libertad y la igualdad', entre equidad y calidad, entre norte y sur (Quintanilla, 2007).

Si la enseñanza de las Ciencias Naturales ha dejado de verse como un excentricismo o una sofisticación propia de propuestas o contextos que buscan diferenciarse en diferentes niveles educativos para favorecer aprendizajes de calidad, como lo hemos señalado en otras publicaciones recientes (Quintanilla et als,2017) hoy se hace evidente que esta enseñanza y esta ciencia, debe responder a un imperativo ético que emana desde la concepción de que nuestra infancia, adolescencia y juventud requieren ser valoradas como ciudadanos (sujetos de derecho) y de la ciencia como parte integrante de nuestra cultura, actividad humana clave; creación de la humanidad y al servicio de la humanidad (Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011) así como instrumento para conocer, comprender, apreciar y convivir en nuestro mundo, en permanente y compleja transformación.

Hoy es indiscutible que la ciencia forma parte de todos los ámbitos de la sociedad, a partir de lo cual se hace evidente la necesidad de fortalecer y favorecer el desarrollo de ambientes y condiciones de reflexión acerca de la ciencia, su naturaleza y finalidades, es decir, de una lectura crítica del mundo, de esta sociedad neoliberal que tiende a revivir 'democráticamente' un neofascismo tremendamente peligroso para el equilibrio social y político en el cono sur (Ramírez, H., 2017). Por ello, debemos recuperar esa filosofía de la ciencia asociada a la filosofía del lenguaje que enarbolaron y cultivaron las civilizaciones antiguas y que heredamos de manera casi ingenua e instrumental en occidente. No es sólo una demanda teórica y práctica para articular conocimiento, lenguaje y experiencia (Toulmin, 1977). Es un imperativo ético que reconoce de manera intencionada e ideológicamente comprometida que el aprendizaje de las teorías científicas, el desarrollo de habilidades cognitivolingüísticas así como la promoción y el desarrollo del pensamiento científico y de metodologías de investigación propias de las ciencias, constituyen procesos complejos de largo plazo que deben iniciarse durante los primeros años de escolaridad y potenciarse en la escuela de manera transversal con los procesos sociales e históricos durante toda nuestra vida.

En la actualidad se está generando a nivel mundial una preocupación en este sentido, que ha llevado a realizar esfuerzos que favorecen la enseñanza de las ciencias y su aprendizaje en la sociedad, para orientarse a la formación de personas comprometidas con el destino común de sus semejantes (Gallego, Castro, & Rey, 2008). En relación a lo anterior, la UNESCO en la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el Siglo XXI (Unesco - ICSU, 1999) señaló que “para que un país tenga la capacidad de abastecer las necesidades básicas de su población, la educación en ciencia y tecnología es una necesidad estratégica. Como parte de esa educación, los estudiantes deben aprender no sólo a resolver problemas científicos escolares específicos sino que desarrollar estrategias meta cognitivas, afectivas y lingüísticas para aprender a cómo enfrentarse a la resolución de un problema científico escolar. El conocimiento entonces adquiere un valor diferente, pues el sujeto que aprende ciencia, aprende a regular su lenguaje desarrollando un pensamiento complejo al que se suman sus valores, emociones e historia personal, la que configura un concierto de melodías y sinfonías armónicas y comprometidas con los procesos sociales, políticos y culturales de su entorno en una determinada época. Hablo de un ciudadano científico que aprende a hablar, a escribir y a comunicar conocimiento científico, desarrollando al mismo tiempo un pensamiento crítico sobre el mundo en el que vive. Un sujeto de derecho, un estudiante, un profesor que interviene y transforma el mundo ‘con su palabra”. Neruda en su obra póstuma *‘Confieso que he vivido’* (Neruda, P.1974) se refiere a la palabra como el instrumento, la estrategia y el vínculo para comprender y transformar el mundo. Señala:

“...Una idea entera se cambia porque una palabra se trasladó de sitio, o porque otra se sentó como una reinita adentro de una frase que no la esperaba y que le obedeció. Tienen sombra, transparencia, peso, plumas, pelos, tienen de todo lo que se les fue agregando de tanto rodar por el río, de tanto transmigrar de patria, de tanto ser raíces... Qué buen idioma el mío, qué buena lengua heredamos de los conquistadores torvos... Estos andaban a zancadas por las tremendas cordilleras, por las Américas encrespadas, buscando patatas, butifarras, frijolitos, tabaco negro, oro, maíz, huevos fritos, con aquel apetito voraz que nunca más se ha visto en el mundo... Todo se lo tragaban, con religiones, pirámides, tribus, idolatrías iguales a las que ellos traían en sus grandes bolsas... Por donde pasaban quedaba arrasada la tierra... Salimos perdiendo... Salimos ganando... Se llevaron el oro y nos dejaron el oro... Se lo llevaron todo y nos dejaron todo... Nos dejaron las palabras....” (Neruda, P., 1974, extracto)

Lenguaje, ciudadanía y asuntos socio científicos

La creciente importancia de los asuntos socio científicos en nuestra vida cotidiana demanda del profesorado de ciencias un conocimiento no ingenuo acerca de las finalidades del lenguaje de la ciencia, sus polémicas con la economía, con la política, con la cultura de la paz y de la democracia, con la tecnología y el cambio global. Un profesorado de ciencias que lleve a los ciudadanos y ciudadanas a comprometerse en los temas

relativos a la Ciencia y la tecnología, la ciencia y la cultura, la ciencia y la democracia que tienen sentido y valor en el mundo. Esto implica, entre otras cosas, la necesidad de realizar esfuerzos educativos con políticas de Estado que conciben la educación en general y la educación científica en particular como un derecho social y no como un bien de consumo como lo dijo en su primer gobierno el señor Sebastián Piñera en Chile.

En las últimas décadas las investigaciones en el área de la didáctica de las ciencias naturales, han venido atendiendo el rol del lenguaje, desde variadas perspectivas teóricas (Fernando, Rodríguez, & Hernández, 2016; Quintanilla et al., 2009; Vélez Arias, Girón Girón, & Girón, 2016). Y en particular al discurso de la clase de ciencias naturales, ya que autores como Fernando et al., (2016); Galagovsky, Bekerman, Giacomo, & Alí, (2014); Jiménez-Aleixandre & Díaz de Bustamante, (2003); Lemke, (1990); Quilez Pardo, (2016); Romano, (2016); Sutton, (2003) proponen que este lenguaje encierra compleja información muchas veces codificada, que debido a su diversa composición de expresiones lingüísticas, a veces muy específicas, otras fragmentadas, recortadas o descontextualizadas son comprendidas acaso de manera inexacta por los docentes de la disciplina en cuestión, pero no así por los estudiantes, lo que resulta un factor generador de problemas comunicativos en el aula, entre sus distintos actores, y por lo tanto afecta directamente la comprensión de los fenómenos involucrados. De este modo, estudiar el lenguaje como una 'problema complejo' y reconocerlo como un 'instrumento estrategia' para el desarrollo del pensamiento es una oportunidad histórica que no podemos ni debemos eludir. Implica trascender la idea de lenguaje científico como obstáculo y abordarlo como un aspecto inherente y crucial para el aprendizaje de las ciencias, en estrecha relación con las visiones de ciencia que docentes y alumnos construyen a lo largo de sus carreras y vida profesional (Romano, 2016).

Lenguaje competencial en la clase de ciencias

La promoción de habilidades cognitivas lingüísticas o competencias de pensamiento científico (Quintanilla & Camacho, 2008) tales como la explicación de la combustión de una vela, la idea de vacío, la argumentación acerca del aborto terapéutico, la justificación de los viajes espaciales o de la investigación en células madre, debe permitir a profesores y estudiantes, enriquecer, expandir y profundizar las diferentes experiencias de vida como sujetos individuales y colectivos que potencian el conocer y comprender, explicar e interpretar la realidad, para luego recrearla y transformarla mediante el uso razonable de la ciencia, entendida como actividad profundamente humana, que modeliza, contextualiza e interpreta el mundo con teoría (Izquierdo, Caamaño & Quintanilla, 2007).

Lo que he descrito hasta ahora de manera muy discreta e inacabada, cobra especial sentido en el contexto actual de América Latina donde las condiciones y los ambientes educativos para promover estas habilidades cognitivas lingüísticas, están en la mayoría de los contextos 'cercenados' por una economía salvaje y despiadada. Al respecto, existe consenso en la academia y en las comunidades científicas, así como en algunos

organismos internacionales (UNESCO, FAO, OEA) que la mayoría de los problemas sociales, ambientales, de salud, entre otros, podrían enfrentarse efectivamente con capital humano consciente del drama del futuro y de las nefastas consecuencias de la acción depredadora del homo sapiens, en la hoy llamada era antropocena (Equihua, M.; Hernández, A.; Pérez O.; Benítez, G; Ibáñez, S., 2016). Este capital humano debe recibir una educación científica comprometida con la calidad de la vida de las personas, respecto de lo cual se ha establecido que existe consenso en cuanto a la importancia que tienen los primeros años de vida de una persona para su futuro desarrollo y desempeño en la vida adulta, dado que las experiencias tempranas de los niños basadas en interacciones estables y sensibles con el conocimiento científico (el huerto, el agua, la alimentación, la salud, la convivencia) , que enriquecen las experiencias de aprendizaje durante la crianza, contribuyen a brindar efectos positivos duraderos (Banco Mundial). Sin embargo, para avanzar en este línea, se requieren en nuestros países mejores políticas públicas que impulsen una Educación científica de calidad, promotora de estas habilidades cognitivo lingüísticas desde las primeras edades y de manera permanente, sistemática y continua a lo largo de todo el proceso educativo formal, no formal e informal, es decir, a lo largo de toda la vida. Investigar cómo situaciones de intervención en el desarrollo profesional temprano o tardío pueden posibilitar el desarrollo de estas competencias metacognitivas dentro de contextos teóricos amplios, sin perder de vista aspectos científicos, valóricos y sociales (Henaó & Stipich, 2008).

Profesores de ciencia ¿profesores de lenguaje?

En su artículo publicado hace ya quince años en la Revista *Enseñanza de las Ciencias* (2003), Sutton señalaba que “...una parte importante de la educación científica debería orientarse a ayudar a los estudiantes a recuperar algunas de las luchas pasadas y a oír las voces auténticas de aquéllos que participaron en el proceso de formular una nueva forma de pensar...” (pág.5). Al respecto, lo que he venido planteando hasta ahora implica por parte del profesorado de ciencias en particular comprometerse a identificar y desarrollar actividades de aprendizaje y evaluación que dejen en evidencia el proceso de desarrollo de las habilidades cognitivo lingüísticas y/o competencias de pensamiento científico en las decisiones de diseño didáctico y en la propia ‘actividad discursiva escolar de la ciencia’ que promueva la argumentación, la explicación, la justificación, la modelización, entre otras (Revel Chion, 2010). Ello implica que el profesorado reconoce, valida y legitima su práctica docente desde el estatuto meta científico de la didáctica de las ciencias naturales (Quintanilla, 2011). Se trata, por tanto de comprender que el ‘lenguaje es un problema no sólo didáctico’, está imbricado de emociones, historias de vida y cultura. Es esa palabra genuina que nos estimula a pensar y a sentir nuestras clases como estrategias de desarrollo del pensamiento científico y valoración del conocimiento para promover ciudadanía, paz y democracia. Es decir, de entender los procesos sociales y políticos y el entramado que se teje con la ciencia y la cultura; que enseñe al estudiantado a desarrollar habilidades cognitivo-lingüísticas con finalidades superiores, estimulando la creatividad, la convivencia social, los derechos humanos, la equidad, la justicia,

promoviendo así la transformación de sus ideas en un proceso que no comienza ni termina con la cultura de los símbolos y las fórmulas de las teorías científicas.

Sin embargo, hacer decir a las diversas prácticas pedagógicas escolares de la ciencia, es apostar a una orientación teórica en el sentido de las relaciones que en ellas se tejen entre el discurso del profesor y las ideas que expresan los estudiantes. Implica comprender esas mismas prácticas del lenguaje de la ciencia en términos de procesos educativos muy complejos, atravesados por el estatuto de las teorías científicas, de las identidades culturales, por las historias de los sujetos que enseñan y aprenden, por las matrices culturales y político-institucionales, entre otros componentes. En cualquier caso, no se está hablando de procesos ingenuos de la naturaleza de la ciencia y su enseñanza, dado que partimos de la base de que en ellos se construye la vida de las personas y de los grupos sociales con alguna intencionalidad epistemológica determinada pero, como lo plantea Bordieu (2003), también ideológica y social. Para Bordieu, la ciencia se refiere a un abanico muy definido de problemas, cuyo paradigma o matriz disciplinaria es aceptado por una fracción importante de científicos que tiende a imponerse a todos los demás de manera continua y disciplinada, no sólo para validar el conocimiento construido, sino que para legitimar la autoridad de sus acciones, procedimientos y convicciones. Esto, indudablemente, hace pensar a quienes escuchan una conferencia o leen sobre la ciencia divulgada que su lenguaje es difícil de entender, construir y, por tanto, de enseñar y aprender. Podemos decir entonces, sin lugar a dudas, que el lenguaje de la ciencia se ha de caracterizar bajo un dominio teórico epistemológico como un instrumento-estrategia para la construcción del conocimiento escolar que requiere de un producto trabajado social y culturalmente por el profesor o didacta.

Carácter socio científico del lenguaje

Las reflexiones que he presentado discretamente, sólo tienen por pretensión que asumamos el valor del lenguaje para promover en el estudiantado retos intelectuales valiosos y con ello, competencias de pensamiento científico (CPC) vinculantes con los complejos procesos metacognitivos que incluyen en términos vigotskyanos un espacio intrasubjetivo de emociones, valores, actitudes y un espacio intersubjetivo que reconfigura historias de vida e historias sociales para comprender el mundo real y sus inconsistencias e incoherencias, así como de las continuas transformaciones tecno científicas, políticas, sociales, culturales y económicas del mundo en el que vivimos y los desafíos que imponen el imperativo de una nueva cultura docente y ciudadana. (Quintanilla, M.; Romero, M.; Etchegaray, F. & Salduondo, J., 2006). El lenguaje caracterizado así como un problema cognitivo-lingüístico (describir, explicar, argumentar, justificar, formular preguntas) es una estrategia muy potente para 'leer el mundo' con 'palabras y expresiones' propias aunque sean inexactos en un comienzo desde los modelos de la ciencia para interpretar, comprender y enseñar a pensar con teoría no sólo los modelos científicos sino que los sentidos o la orientación discursiva que textos y palabras 'encierran o develan'. (Quintanilla, 2018).

En consecuencia, el lenguaje de la ciencia se ha de caracterizar y orientar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, desde un marco teórico epistemológico como un instrumento-estrategia para la construcción del conocimiento científico escolar que requiere de un producto trabajado social, cultural, valórico e ideológico por el profesorado y que propicie competencias de pensamiento científico. Así nos surgen algunas interrogantes como las siguientes:

- ¿Cuáles son los *hechos del mundo actual planetario* más apropiados, oportunos, interesantes, valiosos para que el alumno elabore un *modelo teórico* a través de las diferentes actividades de aprendizaje, instrumentos de evaluación, imágenes y símbolos formales que se le presentan a diario (escrita por ejemplo en un libro de texto o en un periódico, o comentadas en un programa de televisión)?
- ¿Cómo dar un inicio adecuado al *pensamiento teórico* (científico, razonable) del estudiantado y distinguir cuáles son las proposiciones, sustantivos, adverbios, adjetivos más apropiadas para relacionar los fenómenos y sucesos del mundo globalizado con dichos modelos teóricos en la clase de ciencia haciéndolos evolucionar apropiadamente en sus procesos como sujetos individuales y sujetos colectivos?
- ¿Cuáles son las estrategias y modelos teóricos sobre la evaluación y el aprendizaje, más adecuadas y coherentes con el modelo de enseñanza de las ciencias escogido, para posibilitar la construcción sistemática, continua y permanente de esos conceptos haciendo que 'la actividad discursiva' de la ciencia escolar sea un instrumento mediador entre la ciencia de la comunidad científicas, la sociedad y la cultura para intervenir en el mundo y transformarlo?
- ¿Cuáles son esas culturas y esas ciencias que hoy en nuestra época convulsionada e incierta tenemos el deber de conocer, comprender y enseñar a todos(as) los(as) jóvenes, atendiendo a la heterogeneidad, inclusión y diversidad social de nuestras aulas en diferentes contextos institucionales y culturales?
- ¿Cómo propiciar estrategias, metodologías e instrumentos para vincular las competencias digitales, la ciencia como cultura formal e informal con los complejos cambios sociales y políticos de nuestras instituciones y países en un mundo hiperglobalizado y tecnologizado?

En nuestras geografías (diversas, heterogéneas, multiculturales, polifónicas) la promoción hoy de una robusta base de cultura científica comprensiva e interpretativa de la globalización, continua siendo un desafío, una utopía que debe asumirse desde la familia, la escuela y el Estado, responsable y comprometido con sus ciudadanos. Debe hacerse de manera urgente desde la *comunicación social de la ciencia* por diversas razones: instrumentales o estructurales, económicas y políticas, éticas y culturales. La comunidad científica debe comprender que tiene la obligación moral de difundir los nuevos

conocimientos con lenguajes que sean comprensibles, pero ‘pensados teóricamente’ para los diferentes públicos y audiencias (estudiantes, expertos, novatos, profanos). Una sociedad informada sobre el uso y los beneficios de los fondos públicos que comprende los lenguajes que están intencionados en procesos y no sólo en pensamientos causales, favorece la promoción de esas habilidades competenciales tan útiles como necesarias para intervenir en los proceso sociales, los espacios democratizadores con funciones diversas no ingenuas ni manipuladas. Es esta sociedad, culta y preparada, educada y comprensiva, la que está llamada a contribuir en distintos formatos a este ‘cambio de época’ en el que nos encontramos y de la cual sin saber somos autores/as y protagonistas.

Competencias de Pensamiento científico. Algunas propuestas para el aula

Algunas acciones y estrategias que pueden resultar muy útiles como metodologías de intervención para trabajar con profesorado y estudiantado de ciencias en este sentido podrían ser, entre otras, las que señalo a continuación y que hemos venido trabajando en nuestro laboratorio en diferentes experiencias de docencia, investigación y producción de materiales (www.labortaotriogrecia.cl) . Se trata de enseñarle a los profesores a:

- a. Comprender el carácter competencial de una pregunta científica escolar y vincularla con el mundo real (socio científico, cultural, político-científico).
- b. Caracterizar la ‘carga teórica de una pregunta científica’ (CTPC) a partir de las teorías útiles para la didactología, como ciencia de diseño (Estany, Izquierdo,2001)

Comprender el **carácter competencial de una pregunta científica escolar** y vincularla con el mundo real (socio científico, cultural, político-científico). Se trata de introducir al profesorado de ciencia en las definiciones conceptuales que la investigación en didáctica de las ciencias ha explorado en los últimos veinte años y que han sido promisorias para mejorar el pensamiento competencial de los estudiantes. Para ello se hace necesario, por ejemplo:

- I. Seleccionar habilidades competenciales (cognitivo lingüísticas) específicas del trabajo científico escolar (HCL)
- II. Caracterizar atributos o dimensiones o descriptores de esas HCL
- III. Ejemplificar con ‘preguntas problematizadoras’ de la ciencia

A continuación en la Tabla 1 se sistematizan algunas de estas ideas

Habilidades competenciales (cognitivo lingüísticas)	Atributos, dimensiones o descriptores de las habilidades competenciales	Pregunta problematizadora de la ciencia
Describir	Producir proposiciones o enunciados que enumeren cualidades, propiedades, y características	Describe brevemente los problemas ambientales de tu comunidad
Resumir	Realizar un proceso de selección y	Resume cuales son las indicaciones de

	condensación de ideas de mayor valor estructural	la autoridad de salud a propósito de la epidemia de gripe
Definir	Expresar características necesarias para que el concepto no se confunda con otro	Adelanta una definición de ley de aborto terapéutico
Explicar	Presentar razonamientos o argumentos estableciendo relaciones causales explícitamente.	Explica por qué razones no se puede construir una planta desalinizadora en tu provincia
Justificar	Validar las razones o argumentos recurriendo al corpus de conocimiento	Justifica por qué es necesaria la veda del salmón en el sur de Chile
Argumentar	Producir argumentos con el objetivo de modificar el valor epistémico que tiene para el destinatario	Argumenta a favor del aborto terapéutico en 3 causales para las mujeres mayores de 18 años en Chile
Demostrar	Probar la validez de un resultado mediante razonamiento deductivo.	¿Cómo demostrarías la presencia de iones de sodio en el agua potable de Santiago?

Tabla 1 Habilidades cognitivas lingüísticas competenciales para trabajar con profesorado y estudiantado de ciencias experimentales

La ‘carga teórica’ de una pregunta científica escolar (PCE) y los sistemas de creencias

En su trabajo publicado el 2014, Rojas se refiere a que (cito) “...en la literatura especializada existe una heterogeneidad de constructos teóricos para referirse a las creencias docentes. ‘Creencias del profesor’, ‘concepciones’, ‘constructos personales’, ‘significaciones’, ‘percepciones’, ‘teorías implícitas’, ‘metáforas’, “expectativas”, etc., son algunas de las denominaciones comunes usadas para estudiar el pensamiento pedagógico del docente. Entre ellas, quizás las nociones de ‘creencias’ y ‘teorías implícitas’ son las más utilizadas en las investigaciones sobre pensamiento del profesor. Respecto a la noción de “creencia”, su definición es amplia, pero lo que destaca, como consenso mínimo, es su naturaleza cognitiva...” (Rojas, 2014).

En lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias, el pensamiento del docente orienta la tarea en un lenguaje que configura y reconfigura realidades, un lenguaje no ingenuo, ni neutro desde las representaciones o sistemas de creencias de la ciencia que van desde un racionalismo categórico a un racionalismo moderado (Orellana & Quintanilla, 2018). En consecuencia, el profesor de química, biología y física, cuando habla o escribe sobre y acerca de la ciencia, además estructura preguntas y enunciados con una carga teórica que se puede identificar y caracterizar como una evidencia de sus sistemas de creencias epistemológicas y socio científicas acerca de la ciencia, su naturaleza, método y enseñanza. Podemos entonces, caracterizar la ‘carga teórica de una pregunta científica escolar’ (PCE) a partir de lo que hemos llamado *dimensiones didácticas de una pregunta*, (DDP) útiles para la didactología, como ciencia de diseño (Estany & Izquierdo, 2001) Utilizando para ello algunas teorías y orientaciones que explican la configuración de este *lenguaje científico complejo, dinámico e interpretativo del mundo*. Entre ellas encontramos:

1. La Metodología de resolución de problemas de la ciencia (Toulmin, 1977)
2. La Teoría de los Planos del Pensamiento Científico (Labarrere & Quintanilla, 2002)

3. Tipologías de contenidos científicos escolares
4. Teorías acerca de la evaluación de aprendizajes científicos.
5. Teorías sobre las competencias de pensamiento científico.(Quintanilla et al,2012)

A continuación me refiero brevemente a cada una de ellas.

1. La Metodología de Resolución de Problemas de la ciencia

En un sentido aún más complejo, pensamos que el camino de la formación científica requiere necesariamente una argumentación didáctica conectada al análisis de los diversos factores que han condicionado, sino determinado, las maneras en que se aprende a enseñar y a divulgar el conocimiento científico, en distintas épocas y culturas. En su libro “la comprensión humana” Toulmin, (1977) instala una discusión acerca del ‘cambio conceptual’ y del ‘cambio científico’ en orden a evaluar las categorías de análisis por donde se moviliza el conocimiento científico desde la lógica del objeto y del sujeto. Al respecto, el autor incorpora uno de los temas más polémicos acerca de las concepciones más bien racionalistas ‘duras’, esto es, la naturaleza valórica e intersubjetiva de la ciencia y sus métodos. La base de su argumentación establece a lo menos tres tipos de metodologías científicas enfrentados a **cinco problemas de la ciencia** ampliamente definidos y caracterizados (Chamizo, 2007). Respecto de los 5 tipos de problemas señala:

- Siempre hay ciertos fenómenos que la ciencia de la naturaleza puede esperar razonablemente explicar, pero para los que ningún procedimiento disponible proporciona todavía un tratamiento exitoso (*tipología de problema 1*).
- Siempre hay fenómenos que pueden ser explicados hasta cierto punto usando procedimientos explicativos corrientes, pero con respecto a los cuales los científicos desearían explicaciones más completas o más precisas (*tipología de problema 2*).
- Comprende los problemas que se presentan cuando consideramos la mutua relación de diferentes conceptos coexistentes en una misma rama de la ciencia (*tipología de problema 3*).
- Incluye los que conciernen a la mutua relación de conceptos de diferentes ramas de la ciencia (*tipología de problema 4*).
- Estos problemas surgen de conflictos entre conceptos y procedimientos corrientes, de las ciencias especiales y las ideas y actitudes corrientes entre la gente y en general (*tipología de problema 5*).

Respecto a los modos de resolver un problema científico, señala “En teoría, en todo caso, se puede empezar a resolver problemas de cualquiera de los 5 tipos principales examinados con cualquiera de los 3 modos alternativos (Toulmin, 1977). Estos modos o métodos serían:

- (i) Mejorar la representación o los modelos teóricos (*Pensamiento, P*),
- (ii) Introducir nuevos sistemas de comunicación (*Lenguaje, L*).

(iii) Refinar los métodos experimentales en los fenómenos (*Experiencia, E*).

En la Fig. 1 se sintetizan estas ideas



Fig. 1. Relación entre los problemas de la ciencia y las formas de abordarlos metodológicamente

2. La Teoría de los Planos del Pensamiento Científico

Señalábamos ya hace bastante tiempo (Labarrere & Quintanilla, 2002; 2006) que en la literatura más especializada existen algunas ideas, en particular las que plantean que en los procesos de enfrentamiento y solución de problemas científicos es factible identificar determinados momentos (o etapas), las cuales describen el ‘movimiento’ de los sujetos que resuelven los problemas por diferentes planos de la actividad cognitiva o metacognitiva. Dichos planos son diferenciables a partir de aquello que resulta objeto de la actividad, los procedimientos y criterios para abordarla, la naturaleza de las acciones y los productos que se obtienen a partir de ella. Tres serían los planos por donde se moviliza el pensamiento científico para comprender, interpretar, hablar, escribir, etc., el conocimiento científico, a saber:

- *El plano instrumental-operativo*, identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento y solución de los problemas en que los recursos del sujeto o del grupo que los resuelve, están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que lo caracterizan, las soluciones posibles y las estrategias, procedimientos, etcétera. Es un plano más bien formal y axiomático desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias, es decir, los instrumentos que convencionalmente posibilitan la solución de

dichos problemas de acuerdo a la formalización característica de la ciencia en este plano (fórmulas, cálculos, gráficos, etc.).

- El movimiento por el *plano personal-significativo* indica otro ángulo de la solución de un problema científico. En este, los procesos y estados personales de quien resuelve el problema resultan ser los relevantes y la atención del sujeto deja a un lado el análisis de la situación, la búsqueda activa de instrumentos, las representaciones de finalidades vinculadas con la solución esperada y se centra en la persona, como sujeto de la solución. En este plano personal se construyen los significados y sentidos de los "contenidos problémicos". Aquí adquieren relevancia los por qué y para qué del enfrentamiento y la solución de los problemas; también desempeñan un papel importante los puntos de vista, las representaciones y creencias que sobre los problemas, la solución y ellos mismos, como solucionadores, tienen los sujetos, aunque en muchos casos los mismos sean inestables o poco coherentes desde la lógica de la ciencia, su método y naturaleza.

- En el *plano relacional-social (o cultural)*, identificado como espacio generado en la solución grupal o colectiva de problemas o en la interacción netamente pedagógica centrada en la solución, se hace referencia no sólo a las relaciones que constituyen la trama que se teje en los procesos comunicativos, sino también y acaso sobre todo, al conocimiento y la representación que los sujetos tienen de esas interacciones, así como al dominio y la conciencia que ellos alcanzan respecto a la producción de relaciones deseables, ya sea para la solución de los problemas en cuestión, o para los propios procesos formativos en los cuales están involucrados. El movimiento del sujeto por los planos o espacios de la solución de un problema científico, puede tener lugar en un sólo plano o como tránsito de uno a otro; de manera que si, a partir de los fragmentos del discurso, o de la observación de la actividad de solución, se elabora determinado perfil del movimiento, se observa una línea quebrada donde se suceden fragmentos de la solución, y en los que se evidencia que en momentos diferentes, quienes resuelven un problema persiguen objetivos diversos, aun cuando se hayan explicitado los objetivos comunes. (Quintanilla, 2018).

3. Tipologías de los contenidos científicos escolares

Para Macedo (2016) en primer término debe señalarse que los contenidos científicos del currículo de educación media o secundaria obligatoria habitualmente responden a fines selectivos más que formativos y los contenidos a tratar a los conocimientos que se deben aprender para seguir estudios científicos superiores (MINEDUC, Chile, 2016) La manera de enseñar se basaba hasta hace algunas décadas en la trasmisión de contenidos científicos en forma de conocimientos acabados, cerrados y estáticos incluso anacrónicos y ahistóricos. Como consecuencia de esta causa, se impregnó una concepción de enseñanza de la ciencia elitista y reservada a unos pocos. No debe parecer extraño, por lo tanto, que se instalará la idea, entre los estudiantes, que las ciencias son difíciles. El imaginario estudiantil y social que la ciencia se basa en la abstracción formalista carente de significatividad, surge de la forma en que la enseñanza presenta habitualmente los

conocimientos científicos, como contenidos **conceptuales (C)**, **procedimentales (p)** o **actitudinales o valóricos (V)**.

4. Teorías acerca de la evaluación de aprendizajes científicos.

En su artículo publicado en 1996, Sánchez y colaboradores señalaban que la evaluación es vista habitualmente, tanto por el profesorado como por los estudiante , prácticamente como sinónimo de calificar. Para la mayor parte del profesorado, la función esencial de la evaluación *es medir la capacidad y el aprovechamiento de los estudiantes, asignándoles una puntuación que sirva de base objetiva para las promociones y selecciones*. Esta visión se apoya, me parece, en otras concepciones íntimamente relacionadas, como el convencimiento de que resulta fácil evaluar las materias científicas con objetividad y precisión (debido a la naturaleza misma de los conocimientos evaluados) o que el fracaso de un porcentaje significativo de estudiantes es inevitable en materias de alto nivel cognitivo, como son las ciencias, "que no están al alcance de todo el mundo". Estas concepciones son asumidas acríticamente, incluso por aquellos profesores que han realizado innovaciones en otros aspectos del proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Todo parece indicar, en efecto, que la evaluación constituye uno de los dominios en los que las ideas y comportamientos docentes "de sentido común" se muestran más persistentes y constituyen un serio obstáculo, en la medida en que son aceptadas sin cuestionamiento como 'lo natural' (Labarrere & Quintanilla,2006; Sánchez, A., Gil Pérez, D. y Martínez Torregrosa, J., 1996).

Como lo hemos planteado en otros artículos de divulgación y conferencias en la misma materia mi idea en este capítulo es reiterar que el tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la transposición didáctica, marcan una toma de conciencia de que el aprendizaje basado simplemente en la adquisición de conocimientos (**visión de evaluación como producto**) y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos resulta insuficiente para que el alumnado alcance una verdadera competencia en la comprensión de los fenómenos científicos. En nuestro tiempo, la problemática mayor de la evaluación, corresponde a la medida en que ella comprende y refleja no sólo la naturaleza de la competencia, sino del sujeto competente. De manera particular, nuestras investigaciones de los últimos ocho años (resultados FONDECYT 1070795 y 1095149, 1150505) han mostrado que entre los profesores de ciencia existe una marcada tendencia hacia los productos y la actividad científica escolar resulta evaluada fundamentalmente a partir de los resultados obtenidos por los estudiantes, invisibilizándose los procesos formativos, del desarrollo del sujeto que aprende ciencias y de la propia naturaleza de la ciencia que se enseña (**visión de evaluación como proceso**). Afirmamos que mientras no se haga realidad el cambio de orientación hacia los procesos del pensamiento acerca de y sobre la naturaleza de la ciencia, no sólo aquellos entendidos como procesos estratégicos e instrumentales de solución, sino los que conectan con el desarrollo, la enseñanza de las ciencias continuará encerrada en los márgenes de lo circunstancial y transitorio y no tendrá acceso a las dimensiones reales de la formación y de los procesos de desarrollo.

5. Teorías sobre las competencias de pensamiento científico (CPC)

Esta dimensión se fundamenta en el hecho de que, para promover y estimar el *proceso de desarrollo del pensamiento científico* de estudiantes y profesorado, es necesario tener en cuenta el sentido que cobra su implicancia en actividades de solución de problemas, problematización de preguntas y enunciados o desafíos intelectuales valiosos en el aula. Además de poner de manifiesto las transformaciones esenciales que se producen en ellos como sujetos independientes o individuales) y competentes, así como en los grupos como totalidades (sujetos colectivos) cuyas diferencias individuales aportan a un proceso centrado en la tarea y en las “condiciones de aprendizaje” (Quintanilla et al, 2012). En este sentido, intentamos una aproximación a las repercusiones deseables que, para los estudiantes, deben tener los procesos de solución de problemas científicos concebidos con la finalidad de alcanzar transformaciones profundas, no sólo en sus estructuras de conocimientos específicos y de los recursos formales, sino sobre todo, en aquellas que definen el sentido personal del discurso científico escolar mediado por actividades que tiene su centro en un lenguaje problematizador para explicar, argumentar, justificar tal y como lo describimos en la tabla 1.

En la rúbrica que veremos a continuación, nos interesa identificar si la actividad tiene o no carácter competencial, es decir, está **presente** o **ausente** en el enunciado o pregunta problematizadora (Ver Tabla 2).

Rubrica para el diseño y evaluación de preguntas o enunciados científico escolares intencionando su ‘carga teórica’.

En definitiva, he adaptado estas orientaciones epistemológicas mencionadas y desarrolladas anteriormente para colaborar con su *representación didáctica factual*, mediante descriptores estructurantes y funcionales que le dan sentido a la formulación y análisis intencionado de enunciados y preguntas con carácter meta teórico y socio científico. Así, surge una **Pauta de Diseño y Evaluación de las Dimensiones Didáctica** para que profesores y estudiantes identifiquen y caractericen textos, enunciados, preguntas y comprendan los *énfasis o direccionamiento teórico de una PCE* en cada una de esas dimensiones que se han sintetizado en la Tabla 2 y desarrollados en la Tabla 3. Esta rúbrica la he venido trabajando en mis cursos de didáctica de la Química y ha sido también comentada y divulgada en diversos congresos en Argentina, Costa Rica y Colombia en los últimos años (2016-2018).

DIMENSION DIDÁCTICA		DESCRIPTOR ESTRUCTURANTE	DESCRIPTOR FUNCIONAL (enunciado/pregunta)
D1	Metodología científica para abordar un problema de la ciencia	3	3
D2	Planos del Pensamiento científico	3	3

D3	<i>Función de los contenidos científicos escolares (CCE)</i>	3	3
D4	Énfasis de la función evaluativa del aprendizaje científico	2	2
D5	Carácter Competencial de la Pregunta	2	2
Total descriptores de las Dimensiones Didácticas		13	13

Tabla 2. Pauta de Diseño y Evaluación de las Dimensiones Didácticas

DIMENSION DIDÁCTICA	DESCRIPTOR ESTRUCTURANTE (DE)			DESCRIPTOR FUNCIONAL (enunciado/pregunta)
Metodología científica Para abordar un problema de la ciencia	P	Pensamiento	Teorías de la ciencia, enunciados, leyes, fórmulas, algoritmos, modelos científicos.	Mejorar las representaciones teóricas de la ciencia. Orientada a la modelización.
	L	Lenguaje	Hablar, escribir, narrar un experimento, explicar, argumentar, justificar, nuevas reglas del juego.	Mejorar o ajustar los lenguajes de la ciencia. Habilidades cognitivas lingüísticas Orientada a la comunicación científica.
	E	Experiencia	Instrumentos, recursos, materiales, dispositivos, materiales.	Innovar las actividades experimentales. Orientada a los procedimientos.
Planos del Pensamiento científico	I-O	Instrumental u operativo	Cálculos, fórmulas, signos definiciones, medir, graficar, pesar, dibujar, anotar, registrar, etc.	Énfasis en la actividad (sin sujeto) y en el objeto de la ciencia.
	P-S	Personal o Significativo	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad <i>dirigida al estudiante, a una persona</i> . Intención de abordar un problema individualmente.	Direccionada al sujeto que aprende (yo, tú, él/ella).
	R-S	Relacional o social	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad dirigida al colectivo grupal. Intención de abordar un problema cooperativamente.	Orientada al sujeto colectivo (nosotros, vosotros, ellos/ellas). Orientada a la actividad del o los sujetos.
<i>Función de los contenidos científicos escolares (CCE)</i>	C	Conceptual	Definiciones conceptuales, características, propiedades, funciones.	Orientada al plano instrumental y a la actividad científica

	P	Procedimental	Experimentos, instrumentos, mediciones, registros, tablas de datos, cálculos.	
	A/V	Actitudinal o valórico	Valores, emociones, cultura, normas, actitudes.	Orientada al plano personal o social, socio científico, ideológico,
Énfasis de la función evaluativa del aprendizaje científico	Pc.	Proceso	Desarrollo del pensamiento.	Interpretación de fenómenos con teorías. Plano competencial
	Pd.	Producto	Productos del conocimiento.	Cuantificación, categorización. Medición. Logro.
Carácter Competencial de la Pregunta	SI	Presente	Se explicita la competencia.	Orientada a una Habilidad cognitivo-lingüística específica.
	NO	Ausente	No se explicita la competencia.	Sin orientación competencial.

Tabla 3. Descriptores estructurantes y funcionales de una dimensión didáctica

A partir de lo anterior podemos utilizar la Pauta para evaluar enunciados o preguntas y establecer el *nivel o índice menor o mayor de carga teórica* en cada caso, que discretamente lo podemos definir de la siguiente manera (tabla 4):

D1			D2			D3			D4		D5	
DE1	DE2	DE3	DE1	DE2	DE3	DE1	DE2	DE3	DE1	DE2	DE1	DE2

(-)CT <-----> (+)CT

A continuación, en la **Tabla 4**, presento algunos ejemplos para la intervención y las decisiones de diseño didáctico de una clase de biología/química. Observe la calidad de cada pregunta o enunciado en función de su carga teórica explicitada e identificada en la pauta y el valor que tienen las preguntas de carácter socio científico, según señalamos en la introducción a este capítulo.

Preguntas / enunciados científico-escolares	D1			D2				D3		D4			D5	
	I-O	P-S	R-S	P	L	E	C	p	A/V	Pc.	Pd.	SI	NO	
Define lo que entiendes por fotosíntesis	X	X		X	X		X				X	X		
¿Puedes explicar la noción de partícula?		X		X	X					X		X		
¿Cuál son según ustedes los componentes polémicos en términos bioéticos de la experimentación con animales en extinción? Expliquen brevemente	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
Grafica la pendiente	X	X		X			X	X			X		X	

Formula una conjetura que te permita anticipar que sucederá con el cambio climático si persiste el control del planeta de las llamadas superpotencias		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
¿Cómo explicas que la cosmovisión aristotélica prevaleciera por más de 1500 años?		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	

Tabla 4. Preguntas y enunciados científico escolares elaboradas por dimensiones y descriptores

Algunos criterios para la formulación de enunciados ‘críticos o socio científicos’.

Hasta ahora he venido señalando en las orientaciones teóricas que es un imperativo ético que reconozcamos de manera intencionada e ideológicamente comprometida que el aprendizaje de las teorías científicas, el desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas, así como la promoción y el desarrollo del pensamiento científico y de metodologías de investigación propias de las ciencias, constituyen procesos complejos de largo plazo que deben iniciarse durante los primeros años de escolaridad y evaluarse de manera continua, dinámica y permanente en cada contexto educativo, en cada momento de la historia del sujeto para que interprete el mundo, intervenga en él y colabore con su transformación. Algunos criterios o consideraciones u orientaciones teóricas y metodológicas para elaborar los enunciados con finalidades de esta naturaleza que propongo, son los siguientes

- a. Enseñar a escuchar, leer y ver el lenguaje de la ciencia (multimodal, diverso)
- b. Identificar valores en disputa a través del lenguaje de la ciencia.
- c. Argumentar, explicar, escuchar ‘lo que otros dicen’.
- d. Superar la visión sólo instrumental del lenguaje científico.
- e. Autorregulación del proceso de aprender a aprender ciencias.
- f. Historia de la ciencia y género.
- g. Lenguajes diversos en contextos de diversidad y multiculturalidad.
- h. Experimentación escolar. La narración de un fenómeno.

a. Enseñar a escuchar, leer y ver el lenguaje de la ciencia (multimodal, diverso).

Por ejemplo, explicar o exponer al estudiantado diferentes y variadas historias contextualizadas de la ciencia que pueden ser utilizadas desde un punto de vista educativo-filosófico: para introducir conceptos científicos, para motivar, para promover determinadas actitudes y valores hacia la ciencia, para relacionar conocimientos de diferentes áreas (química, física, historia, filosofía, economía), fundamentando así el carácter interdisciplinario de la construcción de la ciencia y su historia de controversias, disputas, complejidades socio científicas (Izquierdo, García, Quintanilla, Adúriz-Bravo, 2016).

b. Identificar valores en disputa a través del lenguaje de la ciencia.

Conectar la clase de ciencias con los valores y expectativas de nuestra época actual y los procesos cambiantes de un mundo nuevo y globalizado. El lenguaje de las ciencias nos permite también comprender las épocas y el desarrollo sociocultural de los diferentes públicos y audiencias a lo largo de la historia de la propia ciencia, pero también comprender las contradicciones ideológicas y políticas en temas de ciencia y tecnología, las disputas y el poder dominante, con diferentes visiones de la producción de conocimiento científico, es decir, diferentes visiones epistemológicas acerca de la ciencia (racionalista, empirista, moderada). Asumir que la actividad científica es una actividad de intervención y transformación del mundo con una finalidad humana e inmersa en un 'paradigma' de valores y reglas establecidas social y culturalmente (Izquierdo, Quintanilla, Merino, Vallverdú, 2014).

c. Argumentar, explicar, escuchar 'lo que otros dicen'.

Propiciar ambientes y condiciones en la clase de ciencia como si fuera un foro de discusión de ideas diversas, donde se dará especial importancia al lenguaje y a los procesos de comunicación discursiva de significados científicos entre el profesor, la disciplina traspuesta y los aprendices (el otro legítimo en el proceso de aprender), donde las ideas pueden expresarse o comunicarse de diversas formas. Por ejemplo, leer textos históricos expresamente seleccionados (como se hace en la clase de literatura) haciendo ver que los libros siempre se escriben pensando en quien los ha de leer y que reflejan los valores y cultura de una época y por tanto están impregnados de creencias, circunstancias y teorías disponibles en ese momento (Mejía et al, 2013; Osborne, 2009).

d. Superar la visión sólo instrumental del lenguaje científico.

Basada exclusivamente en la enseñanza de algoritmos y en la cultura del 'símbolo y de los signos'. Comentar con el estudiantado los aspectos históricos de la retórica científica en diferentes épocas y momentos de la historia humana. Por ejemplo, la Tabla Periódica como modelo de enseñanza y modelo científico nos invita a interesantes polémicas sobre el modelo químico y físico del átomo y nos permite incursionar en el emergente mundo de la filosofía de la química, sus alcances, limitaciones y aportes (Labarca & Quintanilla, 2018, en prensa). Actualmente se puede acceder por Internet a imágenes y textos originales de gran calidad científica que los profesores pueden utilizar apropiadamente para comprender que existe *más de una* 'tabla periódica'.

e. Autorregulación del proceso de aprender a aprender ciencias.

Acompañar permanentemente al estudiante en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y 'sus métodos' enseñándole a valorar 'lo cierto, lo bueno, lo bello' del

conocimiento científico y la complejidad de su lenguaje que puede ser aprendido de distintas maneras y con diversos recursos. Los profesores debiéramos reflexionar siempre ¿cómo se puede inducir al alumnado a plantearse ‘buenas preguntas’ dirigidas a la esencia de un tema y argumentarlas con un lenguaje coherente? Y también a darse tiempo para detenerse y aprender a pensar con teoría los hechos, fenómenos y sucesos del mundo en permanente transformación, con temas complejos que configuran y reconfiguran realidades. ¿Qué pensamos, qué sentimos cuando hablamos de aborto terapéutico en tres causales, enfermedades de transmisión sexual, alimentos transgénicos, por ejemplo?

f. Historia de la ciencia y género

Los recursos, medios e instrumentos de aprendizaje de las ciencias deberán pensarse teóricamente sobre la base de una orientación metateórica basada en la historia de la ciencia, la epistemología de las ciencias y los nuevos avances en la investigación en didáctica de las ciencias para que lo que se dice tenga sentido y valor en la clase. Por ejemplo, identificar y describir episodios paradigmáticos de la historia de la biología, la química o la física que siguen vigentes como explicaciones y argumentos polémicos acerca de la invisibilización de la mujer en la construcción de conocimiento y del lenguaje androcéntrico en la divulgación y la enseñanza de las ciencias (Solsona,2014) ¿ Qué pasa en nuestro país? ¿en nuestra comunidad?.

g. Lenguajes diversos en contextos de diversidad y multiculturalidad.

Enseñar a ver el ‘contenido científico’ como un problema en sí, es decir, evaluar que lo que enseñamos tenga sentido y valor para el alumnado en diferentes ambientes y condiciones de aprendizaje, puesto que se instalan nuevos debates y polémicas interesantes acerca de la ciencia y su enseñanza, tales como lenguaje racista en libros de texto, enseñanza de las ciencias e inclusión, etnocencia y multiculturalidad, entre otros. Aparecen nuevas disciplinas y los conocimientos científicos aumentan vertiginosamente, y con ello *nuevos lenguajes*. Es a partir de la diversidad, del diálogo intercultural, de la posibilidad de abrirse a diversas lógicas, de respetar el ritmo y las modalidades de los sujetos que aprenden, y en especial de la convicción que todos pueden aprender y manejar ciertas competencias científicas y tecnológicas, que se podrá efectivamente concretar una educación científica inclusiva (Macedo, 2016; Molina, A. Niño, Ch. Sánchez, J. (2014).

h. Experimentación escolar. La narración de un fenómeno.

Intentar repetir prácticas experimentales relevantes, haciendo ver cuáles eran las ideas científicas en el tiempo que se postularon, las estrategias de divulgación que se utilizaron, las posibilidades de interpretación que se tenían con las teorías,

metodologías e instrumentos disponibles y la utilidad de las mismas para el avance teórico, superando las limitaciones de un análisis centrado en si las teorías científicas ‘eran verdaderas o falsas’ en determinadas épocas. Orientar al estudiante a ‘narrar’ un experimento desarrollando sus habilidades cognitivas lingüísticas tales como la argumentación, la explicación y la justificación en los fenómenos que observa y su vinculación con los modelos teóricos que le dan sentido y valor a la relación fenómeno (mundo real) – teoría explicativa (modelo científico).

Reflexiones finales

Como lo señalé al inicio de este capítulo, la creciente importancia de los asuntos socio científicos en nuestra vida cotidiana demanda del profesorado de ciencias un conocimiento no ingenuo acerca de las finalidades del lenguaje de la ciencia, sus polémicas con la economía, con la política, con la cultura de la paz y de la democracia, con la tecnología y el cambio global. Un profesorado de ciencias que lleve a los ciudadanos y ciudadanas a comprometerse en los temas relativos a la Ciencia y la tecnología, la ciencia y la cultura, la ciencia y la democracia que tienen sentido y valor en el mundo.

En conclusión, tenemos por delante un largo y atractivo camino que recorrer, el cual se ha de caracterizar por valorar al lenguaje no sólo con su finalidad de describir los fenómenos de la ciencia, tampoco exclusivamente para interpretarlos, sino para que tributen a intervenir en el mundo real para transformarlo. Así, resulta imprescindible favorecer modelos de formación inicial y continua de profesores de ciencia que incluyan materias metacientíficas tales como historia de la ciencia, filosofía de la ciencia, sociología de la ciencia, psicología de la ciencia, didáctica de las ciencias que se articulen para propiciar el aprendizaje de las ciencias como un proceso de desarrollo de competencias de pensamiento científico y/o habilidades cognitivas lingüísticas valiosas para la formación ciudadana tales como argumentar, explicar, justificar, resolver problemas, pensamiento abductivo, pensamiento complejo, modelización, entre otros. Aún hay muchísimo camino por andar. Esto es sólo el inicio.

Bibliografía consultada

Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico*, Anagrama, Barcelona.

Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula*. Paidós. México.

Chamizo, J.(2007)*Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias.

Equihua, M.; Hernández, A.; Pérez O.; Benítez, G; Ibañez, S.(2016) Cambio global: el Antropoceno *Ciencia Ergo Sum* Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal vol. 23, núm. 1, marzo-junio, 2016, pp. 67-75

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10444319008>

Estany, A. & Izquierdo, M. (2001) La didactología. Una ciencia de diseño *ÉNDOXA: Series Filosóficas, n.º 14, 2001, pp. 13-33. UNED, Madrid*

Fernando, B., Rodríguez, C., & Hernández, T. E. (2016). Las ciencias Language as a Strategy

- for Learning Science Curriculum Topics. *Bioartículos de Investigación*, 9, 73–88.
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D., Giacomo, M. A. Di, & Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química.” *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 785–799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Gallego, Castro, & Rey, (2008). El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. IIEC VOLUMEN 2, NO.3, 2008: 22- 29
- Henao, B., & Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación : la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 7, 47–62.
- Izquierdo, M., García-Martínez, Á., Quintanilla, M., & Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, Filosofía y Didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*.
- Izquierdo, M., QUINTANILLA, M., Vallverdú, J., Merino, C. Una nueva reflexión sobre la historia & filosofía de las ciencias y la enseñanza de las ciencias. In: Quintanilla, M. Daza, S. Cabrera, G., editors. *Historia y Filosofía de la Ciencia*. Colombia: Bellaterra; 2014. p. 30-51
- Izquierdo, M. & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y a escribir textos de ciencias de la naturaleza. En J. Jorba et al Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares, (181-200).
- Izquierdo, M., Caamaño, A., Quintanilla, M. *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Bellaterra: Servicio de Publicaciones UAB. ISBN: 84-920738-1-0 Dep. Legal: B.26709-2007, Barcelona, España
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Diaz de Bustamante, J. (2003). Discurso De Aula Y Argumentación En La Clase De Ciencias : Cuestiones Teóricas Y Metodológicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(3), 359–370.
- Labarca, M. & Quintanilla, M. (2018) *Argumentación y enseñanza de la química: el problema del grupo 3 de la tabla periódica* (en prensa).
- Labarrere, A. & Quintanilla, M. (2006). La evaluación de los profesores de ciencias desde la profesionalidad emergente. En: *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. Quintanilla, M. & Adúriz-Bravo (eds). Ediciones PUC, Santiago de Chile, p. 257-278, Cap. 12.
- Labarrere, A. Quintanilla, M. (2002) La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. Pensamiento educativo.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. <https://doi.org/citeulike-article-id:748226>.
- Macedo, B. (2016) Educación científica, UNESCO, 2014, Montevideo. Uruguay
- Mejía, L. S., González Abril, J., & García Martínez, Á. (2013). La Argumentación en La Enseñanza de las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.*, 9(1), 11–28.
- MINEDUC. (2016). *Bases curriculares vigentes*.

- Molina, A. Niño, Ch. Sánchez, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones. Pág. 19 – 38. En: Molina, A. (2014) Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones.
- Mortimer, E. (2000). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias*. Aprendizaje Visor, Madrid.
- Neruda, P, (1974) *Confieso que he vivido*, Ed Seix Barral, Barcelona.
- Orellana, C. y Quintanilla, (2018). Conceptions of teaching and learning Natural Sciences in early childhood educators in Chile and their relationships with models of scientific rationality *Ciência & Educação*, volume 24, número 4.
- Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación Química*, 20(2), 156–165.
[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30022-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30022-3)
- Quilez Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27(2), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002>
- Quintanilla, M. (2018) Enseñar y aprender ciencias desde una perspectiva de intervención y transformación social. En: *Propuestas didácticas para enseñar ciencias naturales y matemáticas VI*. Meniardi, Arias, D. E. Plaza, M. & (2018). Editorial UBA, Arhggentina. Cap 1, 16-46.
- Quintanilla, M. (2017) *Enseñanza de las ciencias e infancia*. 2017. Mario Quintanilla Gatica, editors. Santiago de Chile: Bellaterra Ltda.
- Quintanilla, M. (2012). *Las competencias de pensamiento científico desde las voces del aula*. 2012. Santiago, Chile: Bellaterra Ltda.; 2014.
- Quintanilla, M. (2011). Identificar, caracterizar y evaluar Competencias de Pensamiento Científico (CPC) en profesores de Química en Formación. *Formación de Profesores de Ciencias*, 1–13.
- Quintanilla, M. R., Orellana, M., & Daza, S. F. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. In *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades* (Vol. 5, p. 326). Grecia.
- Quintanilla, M., Urra, S., Monzón, M., Joglar, C., Jara, R., Cuellar, L., & Camacho, J. (2009). La Comunicación Científica en el Aula de Secundaria. Argumentar y Explicar ¿Qué es el Enlace Químico? *Enseñanza de Las Ciencias: VII Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias, Barcelona, Número Especial* (1), 1477–1480. Retrieved from <http://ensciencias.uab.es>
- Quintanilla, M. y Camacho, J. (2008). Resolución de Problemas Científicos Desde la Historia de la Ciencia: Retos y Desafíos para Promover Competencias Cognitivo Lingüísticas en la Química Escolar. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 197-212, 2008.
- Quintanilla, M. (2007) Equidad y calidad de la educación científica en América Latina. Algunas reflexiones para un debate sobre los modelos de formación inicial y continua de los profesores de ciencia. In: Katzkowicz R, Salgado C, editors. *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica*. Buenos Aires, Argentina: UNESCO; 2007. p. 20-35.
- Quintanilla, M.; Romero, M.; Etchegaray, F. & Salduondo, J. (2006). Innovación científica y tecnológica en un mundo global: ciudadanía y valores para una nueva cultura Docente. *Actas del 33 Congreso Mundial de Trabajo Social*, Santiago de Chile.

- Ramírez, H. (2017). Develando las dictaduras del cono sur. Reflexiones en torno a sus abordajes. *História Unisinos*, 21(3):378-391.
- Revel Chion, A. (2010). Hablar y escribir ciencias. *Educar En Ciencias*, 163–190.
- Rojas, M. (2014) Las creencias docentes: delimitación del concepto y propuesta para la investigación. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*. Vol. 14.
<http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n27/rojas>
- Romano, G. (2016). ¿Cómo conciben estudiantes y docentes de biología el rol del lenguaje en las prácticas científicas ?, 27, 319–342.
- Sánchez, A., Gil Pérez, D. Y Martínez Torregrosa, J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Revista Investigación en la Escuela*. 30, 15-26.
- Solsona, N. (2014). Las Mujeres en la Historia de la Ciencia. En M. Quintanilla, S. Daza y H. Cabrera. *Historia y filosofía de las ciencias. Aportes para una nueva aula de ciencias promotora de ciudadanía y valores*, 155-177, cap. 7.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje*. *Enseñanza De Las Ciencias*, 21, 21–25.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Paidós, Barcelona.
- Unesco - ICSU, (1999) La ciencia para el siglo XXI. Un nuevo compromiso. Budapest.
- Vélez Arias, M. E., Girón Girón, M. L., & Girón, G. (2016). Desarrollo De La Habilidad Argumentativa En La Enseñanza – Aprendizaje Del Concepto De Vacunación En Estudiantes Universitarios. Retrieved from
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/1078/1/TESIS>
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós, Barcelona.

Agradecimientos

Agradezco muy sinceramente al Dr. Giovanni Cabrera, académico e investigador de la Universidad del Valle, Colombia por su generosa invitación a participar de este libro que se constituye en un aporte valioso para el profesorado de nuestra región. Del mismo modo al Proyecto AKAEDU03 *Inclusión digital y aprendizaje competencial del futuro para promover el desarrollo del pensamiento científico (trad.)*. Chile-Finlandia, del cual se consideran algunas orientaciones teóricas y metodológicas en este capítulo Y a mi colega el profesor Eloy Peña por su prolija revisión literaria y edición final de este capítulo.