

Aprendiendo a leer en clase de ciencias desde su historia

Propuesta para el diseño de unidades didácticas

Sandra Patricia Rojas Rojas¹

329

Palabras clave: lectura, aprendizaje en ciencias, unidad didáctica, historia de la ciencia, didáctica de las ciencias.

Resumen

Es reconocido en diversos estudios y en políticas educativas, la necesidad de incorporar intencionalmente la lectura y escritura en el aprendizaje de las disciplinas escolares principalmente en las ciencias naturales dado que se le reconocen como medio primario para su razonamiento y conceptualización (Lemke, 2006) y a su vez se afirma que, “las ideas de la ciencia se aprendan y se construyan “expresándolas” lo que genera una “condición necesaria para su evolución pues el lenguaje científico posee unas características específicas siendo su aprendizaje comparable con el de una lengua diferente de la propia” (Sutton, 1997).

En este sentido, una de las preocupaciones didáctico-pedagógicas radica en cómo materializar estas intenciones en el aula. Esta ponencia presenta el diseño de una unidad didáctica en la que la lectura en la clase de ciencias es una oportunidad para aprender ciencias, desde elementos históricos de una noción científica apoyados en los planteamientos de Ausubel en el marco de la ciencia escolar. También se asume que, la didáctica de la ciencias “es la ciencia de enseñar ciencias” (Sanmarti, 2002) lo que resulta ser una opción para el acercamiento en la comprensión de conocimiento científico y aproximación al lenguaje empleado y aceptado por los especialistas.

¹ Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Campus San Joaquín - Vicuña Mackenna 4860, Macul. Santiago – Chile. rojaspaty20@gmail.com, sprojas@uc.cl.

Desarrollo

La didáctica y la historia de las ciencias en la incorporación de conceptos científicos escolares

Los fundamentos teóricos en los que se basa este trabajo, se inscriben en la didáctica de la ciencias (Gil, Carrascosa y Martínez Terrades; 1999) que a finales del siglo XX, empezó a constituirse como disciplina teóricamente fundamentada, hasta el punto que se le llame “*la ciencia de enseñar ciencias*” (Izquierdo, Sanmartí, 2002). Se ha tomado distancia de la concepción que la consideraba como la parte instrumental de la pedagogía.

El convencimiento de vinculación de la historia como elemento estructurador de una propuesta educativa, se debe a que es una línea de investigación que propende por mostrar el proceso de creación y desarrollo de los principales conceptos y teorías, como fruto de un trabajo colectivo y de una construcción humana, en la que hay polémicas, tensiones y distensiones según Quintanilla (2009); también, mostrar el proceso de selección de determinados episodios históricos intencionalmente seleccionados, transpuestos y con valor para la educación científica, permite pensar sobre las ciencias (Adúriz- Bravo, 2008 citado por Sepúlveda, B., González M, Camacho, J y Quintanilla, M., 2010).

Desde las aportaciones de Kragh (1987) que sobre la historia de la ciencia presenta, el autor afirma que una manera de organizar la ciencia es dividirla en secciones verticales y horizontales. La historia horizontal de la ciencia significa, el estudio del desarrollo de un tema concreto determinado por el tiempo; la historia vertical es una manera de organizar los materiales de la ciencia o en palabras de Quintanilla y Merino R. (2008) para esta última, es considerar diversos problemas específicos en un mismo periodo de tiempo.

330

Ahora, para nuestra propuesta, asumimos una historia horizontal en la medida que el estudio de una noción científica es evolutiva como lo propone Toulmin (1977) en la ciencia escolar donde debe comprenderse como el “proceso de construcción similar al de la ciencia pero en el que las preguntas pueden ser distintas, ya que han de tener sentido para los alumnos” (Izquierdo, A., Espinet, M. García, M., Pujol, R., y Sanmartí, N. (1999) permitiendo entonces, la conjugación de elementos para la construcción de modelos científicos por quienes aprenden.

Del leer. Ausubel (1976) afirma que “el leer es, de suyo un asunto de percibir el significado potencial de mensajes escritos y luego, de relacionar el significado potencial percibido con la estructura cognoscitiva a fin de comprenderlo” Tiene explicación desde el hecho que es posible gracias a que, quién aprende le permite relacionarlo con sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales, estéticas y axiológicas (construidas a partir de lo cotidiano y el saber común) a fin de construir y reconstruir nuevos significados con sentido. (Rojas, 2006).

Ausubel plantea tres tipos de aprendizaje significativos: *representaciones, de proposiciones y el de conceptos*. El aprendizaje de representaciones, afirma Ausubel que es el primero en la base de todos los otros y consiste en la atribución de significados a símbolos solos, gráficas, palabras o de lo que representan. Cuando se adquieren consecuentemente una serie de significados se dice que se ha generado un vocabulario. (Palabras más no conceptos), este es significativo cuando se refleja un proceso cognoscitivo y activo interviniendo en la estructura cognoscitiva de equivalentes de símbolos nuevos y de los contenidos cognoscitivos de los conceptos (referentes).

El aprendizaje de proposiciones verbales. Se ocupa de los significados de las ideas expresadas por grupos de palabras combinadas en proposiciones verbales y oraciones. Para que se desarrolle un aprendizaje verdadero de proposiciones es necesario que quién lo hace interprete cada una de las palabras que componen la proposición o en tal caso la oración. La aparición de nuevos significados a partir de este tipo de aprendizaje surge después de relacionar y de interactuar, de manera intencionada y sustancial ideas pertinentes de la estructura cognoscitiva. En esta vía, cobra interés la sintaxis propia de la oración; esta relación dada por un aprendizaje de proposiciones **de tipo subordinado, supraordinado o una combinación de ambas**. **En la primera** hace referencia al surgimiento de proposiciones a partir de significados de nivel abstracto, generales e inclusivos (poseen poder explicativo mayor, mayor afianzamiento para los significados detallados que se aprenden por

primera vez, organizan nuevos hechos) con la estructura cognoscitiva; **la segunda** son referidas de manera inductiva pero relacionadas con el material nuevo de aprendizaje en el que una proposición inclusiva puede abarcar ideas ya establecidas en la estructura cognoscitiva **y la tercera** da lugar a los significados combinatorios que se caracterizan por no relacionarse con la estructura cognoscitiva del estudiante, son contenidos generales no específicos.

El aprendizaje de conceptos está determinado por los conceptos de representaciones, primero el niño aprende el significado de la palabras concepto y luego el concepto como tal porque es distinguir cuáles son sus atributos de criterio (significados que sirven para distinguirlo o identificarlo). Aprender el significado de las palabras-concepto presupone siempre que el estudiante aprenda primero significativamente lo que significa el concepto (referente). Es de advertir que en este tipo de aprendizaje puede ocurrir que ellos lleguen a las palabras-conceptos sin conocer el concepto como tal, olvidarla y recordar el significado del concepto.

Construyendo la unidad didáctica (UD)

Según Sanmartí (2000) “diseñar una unidad didáctica para llevarla a la práctica, es decir, decidir qué se va a enseñar y cómo, es la actividad más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas” aun cuando hoy se apunta por enseñar un ciencia más cercana a la propuesta por los científicos en donde su lenguaje se le reconoce como abstracto, complejo haciéndolo difícil. A continuación de presentan elementos y actividades para la construcción de unidades didácticas incorporando la historia de una noción científica siendo la propuesta de lectura de Ausubel, la que oriente.

Inicio. “decidiendo”

- Selección de contenidos científicos y disciplinares a enseñar en el aula.
- Revisión de las características socioculturales y contextuales del periodo histórico en el que se propuso y desarrolló la noción científica.
- Selección, traducción y análisis de textos originales en la que se propuso y desarrolló la noción científica articulado con el punto anterior. Si los estudiantes dominan el idioma inglés, su lectura literal podría ser una actividad interesante de incluir en otras clases.
- Selección del tipo de aprendizajes a fortalecer en la población estudiantil. Se sugiere realizar un diagnóstico.
- Vislumbre la finalidad del aprendizaje científico.
- Diseñe el propósito de la UD. En términos comprensibles para el estudiante preferiblemente.

331

Elaboración de la Ud.

- En el trabajo con niños, se recomienda incluir personajes animados, según Piaget (1985), en este estadio de desarrollo intelectual y afectivo, las y los niños muestran un mayor interés cuando a partir de palabras, animaciones, dibujos, imágenes, entre otros, se muestra la noción a enseñar, ya que satisface sus propios intereses correspondiendo a sus necesidades afectivas y conceptuales.
- Discusión de las construcciones disciplinares del profesor y el aporte de la historia de la ciencia. Preferiblemente en grupos de profesores.
- Para la introducción de la noción científica indague sobre los conceptos previos al respecto. La pregunta es un recurso indiscutible para estas intenciones.
- Sitúe el texto transcrito en el documento.
- Especificación de actividades para cada uno o los aprendizajes a fortalecer.
- Inclusión de preguntas: para indagar sobre complejidad o facilidad en el desarrollo de la Ud y qué nuevos temas les ha generado.

Evaluación

Se considera a evaluación formativa y constante. Se refieren a las actividades que nos permiten obtener información acerca de los obstáculos que los estudiantes encuentran en su proceso de aprendizaje y así poder adaptar los diseños didácticos a los progresos y problemas de aprendizaje observados.

Pero, al mismo tiempo, también han de posibilitar que los propios alumnos reconozcan las causas de sus dificultades y puedan tomar decisiones acerca de cómo superarlas (Sanmartí, 2000).

Ahora una rúbrica que incluya el nivel de lectura de los estudiantes y la noción científica inicial y final tendrán mayor evidencia de los aprendizajes.

Recomendaciones durante la aplicación de la ud.

Se recomienda:

- Lectura mental de cada página, centrando atención a las recomendaciones y planteamientos de la mascota o dibujo animado;
- Identificación de palabras cuyos significados son desconocidos por los y las estudiantes mediante el uso de colores;
- Escritura de lo interpretado en las lecturas presentes en las unidades didácticas;
- Interpretación y contextualización de los posibles significados de las palabras nuevas
- Socialización de las nuevas construcciones y reconstrucciones de la noción científica;
- Para una mejor comprensión del contexto histórico y social, el empleo de herramientas como globos terráqueos y tecnológicos (internet, videos, entre otros) facilitan su comprensión.

El ejemplo. “aprendiendo sobre el comportamiento de las sustancias en fase gaseosa.”

El diseño de la unidad didáctica subyace a un contexto histórico sobre el desarrollo teórico del comportamiento de las sustancias en fase gaseosa en donde fundamentalmente se pretende contribuir a superar la concepción animista; esta propuesta es orientada a docentes de cuarto y quinto grado de educación básica. Se espera sea una contribución para la comprensión de las relaciones enseñanza-aprendizaje cuando de nociones científicas se trata.

332

Veamos. Inicio

En síntesis en la siguiente tabla (1) se presenta los hechos relevantes históricos en esta transición de las concepciones animistas a sustancialistas del comportamiento de las sustancias en fase gaseosa, típicamente conocido como “gases”. Es el resultado de la interpretación de los textos originales en los que plantearon realizado por la autora de este documento. Esta ha de servir de horizonte al momento de planear las actividades para el estudiantado

PERÍODO	CIENTÍFICO PARTICIPANTE	EVENTO ¿Qué ocurrió? ¿Qué se concluyó?	CONCEPTO DETERMINADO
Época Griega	Tales de Mileto	Constitución de las cosas por agua.	Conformación de las sustancias
	Anaximandro y Anaxímenes	Explicación de mayor número de cosas.	Además de la tierra y el fuego, se hallaba el vapor
	Heráclito	Creación de fenómenos reconociendo el fuego como principal elemento.	Condensación
	Empédocles	Demostración de la existencia del aire invisible.	Reconocimiento de existencia del oxígeno como sustancia material.
	Aristóteles	Desde la astronomía, el universo en su parte central constituida por tierra, aire, fuego y agua.	Características como peso relativo y gravedad específica.
	Demócrito	Reconocimiento del aither.	No existe vacío.
		Reconocimiento de un estado de las sustancias y existencia de vacío	Definición del estado gaseoso de las partículas y existencia de vacío.

PERÍODO	CIENTÍFICO PARTICIPANTE	EVENTO ¿Qué ocurrió? ¿Qué se concluyó?	CONCEPTO DETERMINADO
Romana	Lucrecio	Reconocimiento de la existencia de vacío.	Volumen de los gases y movimiento de las partículas en el vacío.
1440-1540	Galeno	Acciones ejecutadas por espíritus.	Gases considerados como espíritus.
		Acción de los gases por medio de burbujas; el reconocerlos solo era posible cuando se bebía.	El aire es un espíritu invisible escondido dentro de los elementos y luego se hace visible.
1540-1650	Paracelso	Consideración del aire y agua como elementos primarios en la constitución de las cosas mediante experimento. Obtención y explicación de un gas mediante azufre, sal y carbón. Fermentación de frutas como uvas, manzanas, mora, fresa y algunas flores explica volumen de los gases pero caracterizado por ser furioso, mudo y dañoso.	Producto de la reacción química por primera vez llamado gases. Volumen como característica de los gases.
1650-1690	Galileo Galilei	Elevar agua por medio de bombas de succión, intención fallida.	Producción de vacío.
		Carta de Evangelista Torricelli a Michelangelo Ricci. 1644.	Propone reemplazar agua por mercurio dando paso al Barómetro. Características del aire: peso, vaporoso, visible y ejerce presión.
	Robert Boyle. 1662.	Publica <i>"A Defence of the Doctrine Touching the Spring and Weigh of the air"</i> .	Ley de Boyle. El aire desprendido de la combustión de los metales es un cuerpo mixto. Reconoce al oxígeno como vital, sirve para refrescar y restaurar espíritus vitales.
	Robert Boyle. 1672	Publica libro "A Source Book in Chemistry".	Aire (hoy en día oxígeno) es necesario para la combustión.
	Jhon Mayow. 1686.	Apoyado en los trabajos de Boyle, publica Tractus Quinque Medico-Physic.	Aire está compuesto de sustancias elásticas. Relación de pesos del oxígeno en reacción de calcinación. Determina al oxígeno como partícula aérea vital elástica necesaria para vivir los animales en términos de volumen.

PERÍODO	CIENTÍFICO PARTICIPANTE	EVENTO ¿Qué ocurrió? ¿Qué se concluyó?	CONCEPTO DETERMINADO
	Edme Mariotte 1676-1679	Publica ensayo sobre la naturaleza del aire	Comprensibilidad de los gases
	Becher y Sthal		Principio de flogisto. Las sustancias metafísicas lo perdían en reacciones químicas.
	Lomonosv en 1774 y otros	Idea de pesar las sustancias.	Propuso el principio de conservación de la materia.
	Benjamín Franklin, 1775	Gas de los pantanos o vapor del espíritu inflamable	Aparición del monóxido de carbono accidentalmente
	Sthephen Hales, 1756	Tesis doctoral "Experimentos con Magnesia Alba"	Distingue y pesa gas liberado por los carbonatos.
	Joseph Black, 1756	Experimentos en el que si las sustancias tenían ácidos presente, este se desprendía.	Denominó aire fijo forme al gas carbónico.
	Priestley, 1774	Producción de oxígeno	Participación del oxígeno en reacciones óxido-reducción
	Carl Whilhem, 1777	87 experimentos	Reafirma características de los gases como peso, volumen, elasticidad.
	Henry Cavendish, 1785	Publica "Experiments on air"	Aisló aire inflamable, hoy hidrógeno.
	Antonio Lavoisier, 1775	Publica "Memoir on the nature of the príncipe which combines with metals during calcinations and increases their weigth"	Retoma la palabra gas, valida que estos no son sustancias simples o elementos. Demuestra la participación del oxígeno en reacciones químicas.

334

Tabla 1. Relación de hechos históricos y científico participante en el comportamiento de las sustancias en fase gaseosa.

Ejemplo.

**Unidad didáctica n.º. 4: concepto, comportamiento y composición de los gases.
CONSTRUYENDO MIS CONCEPTOS Y CONOCIENDO SU HISTORIA**

NOMBRE _____ **FECHA** _____ **CURSO** _____

BILI para esta oportunidad anhela compartir y analizar contigo, la composición y estructura de los gases.

Imagen de la mascota

Observa el siguiente texto, lee los títulos, mira y revisa los dibujos, las letras pequeñas y las letras oscuras.

¿Sobre qué tema crees que trata el texto? Escribe sobre las líneas. _____

_____ Por las letras oscuras, ilustraciones, diagramas y títulos de la lectura creo que trata acerca de:

BILI te invita a leer el siguiente texto informativo que te ayudarán a construir y reconstruir los conceptos trabajados en esta unidad didáctica.

¿Cuáles son tus preguntas con respecto al concepto trabajado?

ELABORACIÓN DE LA UD. INCORPORANDO EL TEXTO

Ahora sí lee el texto

Imagen de la mascota

Históricamente recuerdas que **Van Helmont** determina el nombre de gases a aquellos espíritus salvajes que obtuvo a partir de la fermentación de frutas como el vino y la manzana. Es cierto que también le ocurrió algo particular, a este especialista de la ciencia “no pudo recoger los gases obtenidos a partir de sus trabajos experimentales”. A principios del siglo XVIII Stephen Hales divulgó y mostró, en su escrito “*Vegetable Statics*”, el modo de recogerlos sobre el agua y medir su volumen.

Imagen de la mascota



El británico Jhon Dalton contribuye de manera significativa al nuevo paradigma; no sólo al recobrar el nombre de “gases”, también al considerarlo como un estado de las sustancias, que se encuentran separadas unas de otras, por una distancia mayor que en cualquier otro estado. Interesado por la estructura física de los gases y, al parecer bajo las orientaciones del pensamiento Newtoniano (mutua repulsión ente los átomos) en 1794 publica “las observaciones y ensayos meteorológicos” en el que sugiere una teoría sobre la lluvia, que se oponía a la tradición newtoniana; en esta indicaba que las fuerzas de atracción eran las que originaban el proceso, cada gas existe y actúa independientemente y puramente físicamente y, el vapor de agua pasa a ser considerado como un estado presente en la atmósfera.

Incorporación
del texto

336

Pero todo este cambio paradigmático fue posible gracias a la introducción de una matemática instrumental con el italiano Galileo Galilei, que permitió una nueva lectura del paradigma de gases acompañado del trabajo experimental, este hecho sucedió hacia la tercera etapa del Renacimiento (1650-1690). Se dice, entonces, que la neumática cobra importancia al producir realmente vacío. Galileo había tratado de encontrar la razón de la imposibilidad de elevar el agua por medio de bombas de succión a más de 10.33 metros de altura, la atribuía a la columna de agua para soportarle su propio peso.

El italiano Evangelista Torricelli en la carta que envió a Michelangelo Ricci en Roma en 1644, propuso en lugar de emplear agua, mercurio, con ello dio paso a la invención del barómetro (medición de la presión de la atmósfera). En este momento la mecánica Aristotélica perdió definitivamente vigencia. Este paradigma fue contrastado negativamente a partir de los resultados experimentales de Torricelli, quién no solo comprobó la existencia de “vacío” también encontró características propias del “aire” como: pesado, vaporoso, visible y que ofrece una resistencia (hoy fuerza), entonces, un nuevo paradigma gana aceptación en la comunidad científica de esa época.

Incorporación
del texto

Imagen de
la mascota

**Aprendizajes seleccionados centrados en la lectura: De representaciones y proposiciones:
Pronombres, sinonimia, lecturas de ilustraciones y gráficos.**

Interpreta y analiza la anterior ilustración en forma individual y luego con tres compañeros más. Escríbelas aquí.

Marca la opción que consideres explica el significado de la palabra en negrilla.

Los gases se constituyen en un estado en el que se encuentran las sustancias, los **otros** son el sólido, líquido y plasma.

- a. Hace referencia a la calidad de los gases.
- b. Se refiere a la existencia de más estados de las sustancias.
- c. Emite conclusiones sobre la naturaleza de las sustancias.

Si el gas es un elemento o un compuesto en su estado estable, se considera que **sus** moléculas son idénticas.

- a. Relaciona la cantidad de moléculas necesarias en las reacciones química.
- b. Indica la calidad de las moléculas en los gases.
- c. Especifica las características de las moléculas de los gases cuando es elemento o compuesto.

Las moléculas gaseosas se encuentran muy distantes y sus interacciones son muy débiles. Esta característica origina que **ellos** carezcan de una forma definida.

337

- a. Hace referencia a los gases.
- b. Explica la utilidad de las propiedades de los gases en la industria.
- c. Indica que las moléculas de los gases están distantes una de otras.

En el estado líquido las moléculas carecen de forma definida, es decir asumen la forma del recipiente que los contiene, **su** volumen es definido, poseen alta densidad.

- a. Indica una característica de los gases.
- b. Promueve las funciones de los gases en el medio ambiente.
- c. Explica las utilidades de los gases en el hogar.

El estado sólido, las moléculas poseen una forma y volumen definidos, suelen tener mayor densidad que los sólidos, existe un ordenamiento de las moléculas únicamente con movimiento vibratorio muy cercano entre **ellas**.

- a. Relaciona la cantidad de moléculas de los gases con su apreciación industrial.
- b. Hace referencia a las moléculas.
- c. Determina como es el movimiento de las moléculas.

Anota sobre la línea, el sinónimo de las siguientes palabras.

Determina _____

Especialista _____

Divulgó _____

Contribuye _____

Estructura _____

Oponía _____

Independientemente _____

Cambio _____

Imposibilidad _____
Soportarle _____
Invención _____
Contrastado _____

Cierre de la unidad didáctica

¿Te gustó la unidad didáctica? ¿Por qué?

Imagen de la mascota

338

¿Qué otras preguntas surgen sobre comportamiento y composición de los gases? Anótalas aquí.

Imagen de la mascota

Conclusiones

La propuesta de diseño de unidad didáctica para aprender ciencias desde la propuesta de Ausubel de lectura apoyados en los hechos históricos en que se desarrollaron las nociones científicas, hacen posible una relación desde lo evolutivo y horizontal consecuente con una imagen de ciencia más próxima a la generada en una comunidad de especialistas con sentido humano, superando aquellas prácticas tradicionales en donde se le presenta como: individualista y elitista, descontextualizada, a

problemática, empiro-inductivista, rígida a-algorítmica-infalible, acumulativa y exclusivamente analítica (Gil y colb, 2005).

Leer en clase de ciencias, permite aprenden sobre la actividad y naturaleza de la ciencia. Al respecto Osborne plantea que “aprender a leer el texto científico no conduce sólo a la posibilidad de aprender el contenido sustantivo de la ciencia, sino también para aprender de su epistemología” (Norris et al. 2009) y una mejor comprensión lectora del texto científico podría sostener la promesa de mejorar los aprendizajes en la ciencia a largo plazo (Cromley, Snyder-Hogan and Luciw-Dubas 2010).

Bibliografía general

- Ausubel, P. D. (1976) *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Cromley, J. G., L. E. Snyder-hogan & U. A. LUCIW-DUBAS (2010) Reading Comprehension of Scientific Text: a domain-specific test of the direct and inferential mediation model of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 102, 687-700.
- Chamizo, J., y Rutilo M., J. (2006). Modelación molecular: estrategia didáctica sobre la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Oct-Dic. Vol 11, No. 31. Comie en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=14003107>
- Driver, R. y cols. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata.
- Gil, Sifredo, Valdés y Vilches, (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Unesco-Orealc. 15-27
- Izquierdo, M. Y sanmartí, N. (2002) Hablar y escribir para enseñar ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra VI congreso. Tomo 2; p. 69-70.
- Kragh, H. (1989). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona crítica.
- Lemke, L. J. (1997) *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Temas de educación. Editorial Paidós.
- Norris, S. P., H. Falk, M. Federico-Agraso, M. P. Jiménez-Aleixander, L. M. Phillips & Yarden (2009) Reading Science Texts-Epistemology, Inquiry, Authenticity-A Rejoinder to Jonathan Osborne. *Research in Science Education*, 39. 405-410.
- Quintanilla, M. (2009) Enseñar y aprender a escribir historias de la ciencia para desarrollar competencias de pensamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3578-3581 en <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3578-3581.pdf>
- Quintanilla, M. y Merino, R. C. (2008) Elaborar unidades didácticas incorporando la historia de la ciencia. Capítulo 7. Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales. 93-103.
- Rojas Rojas, S. P. (2006) *Las competencias Cognoscitivas y el concepto gases*. Universidad Pedagógica Nacional. Tesis de Maestría, Departamento de Química, Facultad de Ciencia y Tecnología- Marzo de 2006.
- Sanmartí, N. (2000) El diseño de unidades didácticas. En: Perales, F.J.; Cañal, P. (edres.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Ed. Marfil, 239-266
- Sepúlveda, B, González M. Camacho, J, y Quintanilla, M. (2010) Cinética de las reacciones químicas. Una unidad didáctica para la educación media. *Unidades didácticas en Química. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico*. Editorial Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile e Instituto universitario de la Paz, UNIPAZ, Barrancabermeja, Santander, Colombia. Vol. 3. 31-52.
- Sutton, C. (2003) Los profesores de Ciencias como profesores del lenguaje. *Reviste Enseñanza de las Ciencias*, Vol., 21 No. 1. Pág. 21-25
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Vol. 1. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial.

Bibliografía textos científicos originales

- Berzelius, (1811) “En la causa de las proporciones químicas” en <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Chem-History/Berzatom.html>
- Boyle, R. (1662) *A Defence of the Doctrine Touching the Spring and Weigh of the air*; en <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Gaslaw/Gas-Boyle-Data.html>
- Black, J. (1756) Experimentos con Magnesia Alba (hidróxido de mercurio carbonatado), cal viva (óxido de calcio) y otras sustancias alcalinas, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/black.html>
- Cavendish, H. (1785) Experiments on Air, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/cavendish.html>
- Davy, H. (1811) Los compuestos del cloro, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/idavy.html>
- Davy, J.(1812) “On a Gaseous Compound of Carbonic Oxide and Chlorine” en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/idavy.html>
- Evangelista T. (1644). Carta enviada a Michelangelo Ricci en Roma, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/torr.html>
- Faraday, M. (1823) “On Fluid Chlorine” en <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Chem-History/Faraday-Chlorine-823.html>
- Franklin, B. (1774) Carta dirigida a Joseph Priestley en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/franklin.html>
- Jan Baptista, V. H. (1656) *Ortus medicinae, Id est, inicia physicae inaridita*, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/helmont.tml>
- Lavoisier, A. (1775) Memoir on the nature of the principle which combines with metals during calcinations and increases their weighth en <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Chem-History/Lavoisier-1777.html>
- Mariotte, E. (1676 y 1679) *La Naturaleza del aire*, en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/mariotte.html>
- Mayow, J. (1686) *Tractatus Quinque Medico –Physic* en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/mayow.html>
- Priestley, J. (1772) Instructions and observations on making carbonated water, en <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Chem-History/priestley.html>
- Prout, W. (1815) “On the Relations between the Specific Gravities of Bodies their Gaseous State and the Weights of their atoms” William Prout en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/prout.html>
- Rayleigh, L. (1892) Determinación de la densidad del nitrógeno en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/rayleigh.html>
- Scheel, W, C. (1777) Experimentos sobre aire y fuego, en <http://web.lemoyne.edu/~giunta/scheele77.html>
- Thompson, (1807) En “Un sistema de la Química” en <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/thompson.html>