
ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS LIBROS DE TEXTO COLOMBIANOS DE GRADO SÉPTIMO EN TORNO AL TEMA DE ENLACE QUÍMICO

Autores. Darwin Leonardo Vargas Sánchez. Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico dlvargass@correo.udistrital.edu.co.

Tema. Eje temático 1.

Nivel educativo universitario.

Resumen. En este documento se presenta un análisis comparativo de dos libros de texto que corresponden a la educación básica secundaria en Colombia, el primero es de la editorial SM que lleva el nombre de *Applica Ciencias Naturales 7*, publicado en el año 2014, el segundo es un texto de la editorial Norma que lleva el nombre *Norma Ciencias para pensar 7* publicado en el año 2012. El análisis se realizará teniendo en cuenta las diferentes estructuras de los libros de texto: la superestructura, la macroestructura y la microestructura. Dentro de la microestructura se tendrán en cuenta algunas categorías de análisis que ayudarán a comprender cómo se aborda el tema de enlace químico y cómo es el lenguaje de la química empleado en cada una de las propuestas editoriales.

Palabras clave: Educación básica secundaria, libros de texto, ciencias naturales, enlace químico, lenguaje de la química.

Introducción

Los libros de texto escolar (LTE) son herramientas de amplio uso en la educación en Colombia, son utilizados con diferentes objetivos por los profesores, en algunos casos se emplean como insumo para realizar los diseños microcurriculares y las planeaciones de área, en otras ocasiones los profesores sugieren a los estudiantes la consulta de los LTE ya que se caracterizan por emplear un lenguaje sencillo y acorde para su edad cognitiva, esto debería facilitar la comprensión de algunos contenidos que pueden ser abstractos y complejos de entender. Otro uso frecuente del los LTE es como insumo de actividades y laboratorios, ya que la enseñanza de las ciencias demanda a los profesores el diseño de una gran cantidad de actividades conceptuales y procedimentales.

A pesar que en la actualidad los profesores cuentan con diversos recursos para la enseñanza de las ciencias, entre ellos, los recursos digitales (videos, simuladores, apps, laboratorios virtuales, entre otros), el libro de texto sigue acaparando el protagonismo de los profesores pues en muchas ocasiones facilita su práctica escolar, por ello, es importante analizar las propuestas editoriales disponibles en Colombia para juzgar su calidad, pues estas editoriales tienen un papel importante en la interpretación del currículo, en la concreción del mismo en contenidos y actividades de aprendizaje e inclusive en los mensajes y en la imagen sobre la ciencia que se quiere transmitir a los estudiantes. Centrarnos en el libro de texto nos permite estudiar su propuesta como materialización de un discurso didáctico, dado que el texto pretende promover la mejor manera de regular la práctica escolar (Moray, 2010).

Este trabajo presenta un análisis comparativo de dos libros de texto colombianos de grado séptimo de secundaria que abordan la temática del enlace químico. Mediante este análisis, se pretende resolver la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la diferencia en la superestructura, macroestructura y microestructura de dos libros de textos colombianos de grado séptimo que abordan el tema del enlace químico? A partir de este análisis se busca comprender cómo es la organización de los libros de texto, qué conceptos, imágenes y lenguaje utilizan para explicar el enlace químico; y cuáles son las posibles concepciones alternativas y errores conceptuales que pueden transmitir estas propuestas editoriales.

Referente teórico

Izquierdo (2005), considera que los libros de texto transmiten una intención comunicativa o retórica del autor esto es, una imagen o concepción de la ciencia, una didáctica o forma de presentar los contenidos y un nivel de desarrollo y profundidad de los conceptos. Por ello, antes de abordar los LTE el docente debería realizar un análisis profundo sobre qué quiere comunicar ese libro de texto, qué intención comunicativa tiene, cuál es la propuesta didáctica con la que fue diseñado, cómo aborda los contenidos científicos, qué profundidad conceptual tienen los contenidos, qué visión de ciencia están transmitiendo y qué habilidades, competencias y valores pueden desarrollar los estudiantes al aprender con este material educativo.

El estudio de los LTE es una línea de investigación en la didáctica de las ciencias que ha tomado mucha relevancia durante los últimos 30 años. Las investigaciones en esta área persiguen múltiples objetivos, por un lado, comprender cuál es el uso que los profesores y los estudiantes le dan al LTE, otras investigaciones estudian el propio texto abordando algunas categorías de análisis como su estructura retórica, la forma como abordan los conceptos científicos, las imágenes que utilizan al hilo de los contenidos, los posibles errores conceptuales que pueden transmitir a los estudiantes, entre otros aspectos.

En el presente análisis comparativo se emplea el modelo de comprensión lectora de construcción-integración de Van Dijk y Kintsch (1983). Según Marzábal y Izquierdo (2017), en este modelo el lector captura el significado del texto en la base textual a partir de tres niveles de comprensión progresivamente más complejos. Estos niveles son: la microestructura (nivel semántico, el significado de los conceptos), la macroestructura (nivel global, las relaciones entre las principales ideas de los capítulos) y la superestructura (estructura formal del texto, la historia que explica); y a partir de ellos se intentará caracterizar la estructura del discurso contenido en los libros de textos de química seleccionados y discutir sobre su comprensibilidad para los estudiantes.

Metodología

El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo y se utiliza como metodología el análisis comparativo de libros de textos. Para Grosser (1973), comparar permite alcanzar diferentes fines: a) por medio de la analogía, similitud o contraste, a partir de lo conocido, comprender lo hasta ahora desconocido (es la llamada comparación pedagógica); b) remite a nuevos descubrimientos o resalta lo especial (comparación heurística), y c) al acentuar precisamente la diferencia, ayuda a sistematizar (comparación sistemática), aun cuando lo característico del objeto de estudio no se toma como singularidad, sino como especificidad.

La selección de los libros de texto se hizo teniendo en cuenta los siguientes criterios: libros de textos editados por empresas editoriales en Colombia en los últimos 10 años, libros de textos impresos más utilizados en la educación secundaria privada en el área de Ciencias Naturales, libros de texto que abordarán la temática de enlace químico y libros de texto en el que se emplean textos e imágenes como recursos explicativos y expositivos. No se tuvo en cuenta los libros de texto utilizados en el sector público u oficial porque en Colombia en este sector no es obligatorio pedir libros de texto a los estudiantes.

El análisis que se presenta a continuación está organizado en los tres niveles de comprensión propuestos en el modelo de comprensión lectora de construcción-integración de Van Dijk y Kintsch (1983): superestructura, macroestructura y microestructura, además, se tendrán en cuenta otros aspectos de los libros de texto como su organización, los conceptos e imágenes, el lenguaje empleado para abordar el tema del enlace químico, las posibles concepciones alternativas y errores conceptuales que se pueden transmitir en las propuestas editoriales que se van a analizar.

Resultados

A continuación, se presenta el análisis estructural de las dos propuestas editoriales seleccionadas en esta investigación.

La superestructura de los textos analizados

El libro Norma Ciencias para pensar 7 (NCP) es una propuesta editorial diseñada bajo el enfoque del desarrollo del pensamiento crítico. Para ello, definió seis habilidades básicas del pensamiento que se desarrollarán al hilo de los contenidos y de las actividades: interpretar, analizar, explicar, inferir, evaluar y autorregular. Este libro de texto es de Ciencias Naturales integradas, está dividido en seis unidades o bloques de contenido, los tres primeros bloques son de biología, el cuarto bloque es de ecología, el quinto bloque es de química y el sexto bloque es de física.

Todos los bloques de contenido o unidades abren con una lectura que presenta una situación problema contextualizada acompañada de una imagen, luego se proponen algunas actividades introductorias en una sección que se llama Desarrolla pensamiento crítico, cada una de las actividades está clasificada de acuerdo con la habilidad que desarrolla, por último, aparece el listado de temas que se van a abordar en la unidad.

Con respecto a la estructura de los temas, inician con dos secciones que se denominan ¿Para qué este tema?, e Ideas previas. La primera sección tiene como objetivo mostrar a los estudiantes por qué es importante abordar y aprender ese tema y la segunda sección presenta de forma sintética una situación y algunas preguntas activadoras que tienen como objetivo explorar las ideas previas de los estudiantes antes de abordar el tema. Luego viene el desarrollo conceptual a través de texto continuo e imágenes. Al hilo de los contenidos aparece la sección de actividades de aprendizaje denominada Desarrolla pensamiento crítico y una sección que no tiene una ubicación fija que se llama Aprende en grupo. El tema finaliza con tres secciones, la primera que se llama otro punto de vista que tiene como objetivo conectar el tema del enlace químico con la vida cotidiana, la segunda sección se denomina Recuerda que, en la que se presenta un mapa conceptual que resume los conceptos más importantes abordados en el tema y la última sección presenta las actividades finales de tema.

El libro Applica Ciencias Naturales 7 (APC) es una propuesta editorial diseñada bajo tres ejes pedagógicos: el aprendizaje eficaz, la tecnología como herramienta para aprender y el desarrollo armónico de la persona. Es un libro de Ciencias Naturales integradas que está dividido en ocho bloques o unidades de contenido, las unidades 1 a 4 son de biología, las unidades 5 y 6 son de ecología, la unidad 7 es de química y la unidad 8 es de física.

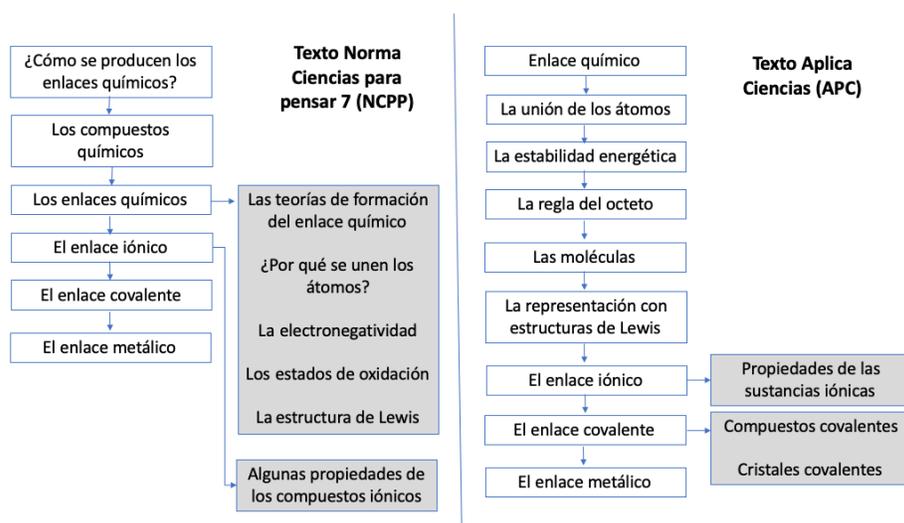
Todas las unidades o bloques de contenido tienen una imagen central de la que se desprenden algunos datos relacionados con el tema y unas preguntas iniciadoras que el estudiante debe responder. También aparece un texto que tiene como objetivo fortalecer las competencias lectoras en los estudiantes por medio de actividades interpretativas, argumentativas y propositivas. En la apertura de unidad, se listan los temas que se van a abordar y en una sección llamada Cultura de paz se enuncia un valor que desde el punto de vista axiológico y ético se abordará al hilo de los contenidos.

La estructura de los temas es simplificada, siempre inician con una sección llamada Explora que presenta una información científica y unas preguntas activadoras para explorar ideas previas en los estudiantes, luego se presenta el desarrollo conceptual por medio de texto continuo e imágenes. Al hilo de los contenidos aparecen tres secciones sin ubicación fija, la primera se llama Cultura de paz que tiene como objetivo relacionar un valor desde el punto de vista ético con el contenido científico, la segunda se llama App y tiene como objetivo proponer una aplicación para que el estudiante descargue en su teléfono móvil y aprenda con herramientas tecnológicas y la última se llama Desarrollo compromisos que tiene como objetivo

plantear al estudiante un compromiso social y personal. El tema finaliza con un bloque de actividades denominado Desarrolla tus competencias, aquí las actividades están clasificadas de acuerdo con las competencias científicas propuestas por el Ministerio de Educación Nacional: indagar, explicar fenómenos y usar comprensivamente el conocimiento científico.

La macroestructura de los textos analizados

Para realizar el análisis de la macroestructura para el texto NCCP se tomó el tema 24, de la unidad 5, que tiene una extensión de siete páginas y se titula, ¿Cómo se producen los enlaces químicos? Para el caso del texto APC, se tomó el tema 6 de la unidad 7, que tiene una extensión de cuatro páginas y se titula El enlace químico. Para conocer cómo estaban estructurados conceptualmente ambos temas se realizaron los mapas de progresión de contenido, que ayudarán a identificar diferencias y semejanzas entre ambas propuestas editoriales.



Fuente. Elaboración propia.

En los anteriores mapas de progresión de contenidos, los cuadros que no están sombreados corresponden a los títulos principales de las propuestas editoriales y los cuadros que aparecen sombreados corresponden a los títulos secundarios. Conceptualmente el texto NCCP aborda el concepto de compuesto químico y establece una relación entre el enlace químico y la formación de los compuestos. La propuesta del texto APC hace una introducción en la que analizan el hecho de que muy pocos elementos se encuentran en la naturaleza libres y que para estabilizarse requieren unirse o enlazarse a otros elementos químicos.

Una de las diferencias más importantes en la macroestructura de ambos textos se da en la forma como se abordan las teorías del enlace químico. El texto NCCP indica que para explicar el funcionamiento de los enlaces químicos se han planteado dos teorías: la del enlace de valencia y la del orbital molecular, mientras que en el texto APC no se explican las teorías del enlace, solo se utilizan las estructuras de Lewis para representar los enlaces químicos. Si bien, desde el punto de vista didáctico las estructuras de Lewis son las formas más simples de representar el enlace químico, sin embargo, no son los únicos referentes teóricos que tiene la química para explicar la formación de los enlaces. Con la llegada de la mecánica cuántica y la química

cuántica surgieron otras explicaciones del enlace químico como la teoría del enlace de valencia (TEV) y la teoría del orbital molecular (TOM). Estas dos teorías daban explicaciones que Lewis y su representación no pudo proporcionar.

Desde el punto de vista de la progresión de los aprendizajes, puede resultar complejo explicar estas teorías en grado séptimo ya que requieren un nivel de comprensión y representación más alto, inclusive no es necesario en este grado explicitar estas teorías como lo hizo el texto NCPP de una forma tan simplista y reduccionista, pero si es necesario indicar que históricamente han existido diferentes explicaciones del enlace químico como el modelo de Lewis propuesto en 1916 en su libro La molécula y el átomo y que existen otras explicaciones diferentes a las propuestas por Lewis. Abordar únicamente el modelo de Lewis como lo hizo el texto APC conlleva a que los estudiantes piensen que solo hay una única forma de representar y explicar el enlace químico, con ello se está transmitiendo una visión de ciencia terminada, ahistórica y estática en el tiempo. Según Izquierdo, García, Quintanilla y Bravo (2016), vincular la historia y la epistemología de la ciencia en la enseñanza, genera nuevas y mejores relaciones entre lo que se desea enseñar y lo que el estudiante va a aprender, creando así visiones más próximas a la manera en que se produce el conocimiento científico y hacia la actividad científica misma, con menos estereotipos y con una postura más crítica y reflexiva hacia las ciencias.

En grado séptimo se puede abordar el enlace químico a partir del modelo de Lewis, mostrando a los estudiantes ejemplos en donde puedan comprobar cómo la regla del octeto se aplica para moléculas sencillas como el agua, pero también se pueden mostrar contra ejemplos en donde se muestre a los estudiantes que los postulados de Lewis no explican moléculas homooatómicas como la del hidrógeno, pues esta molécula sólo requiere de un electrón para ser estable, tampoco explica cómo el enlace químico se forma por dos electrones cuando en realidad, estas dos partículas tienen carga negativa y deberían experimentar una repulsión, tampoco explica cómo ciertas moléculas son estables cuando su átomo central no tiene ocho electrones en su último nivel.

Para finalizar, en los mapas de progresión de contenido se puede identificar que no hay diferencias significativas en la macroestructura de los textos con respecto a la clasificación de los enlaces químicos: iónico, covalente y metálico y sobre la definición de las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes.

La microestructura de los textos analizados

Para analizar la microestructura de ambas propuestas editoriales es necesario, comprender cómo cada una de las propuestas editoriales abordan la definición de enlace Químico.

Para la propuesta NCPP en enlace se define como la fuerza que permite mantener unidos a dos o más átomos con el fin de obtener estados de mayor estabilidad. En este sentido se pone como ejemplo el agua, este líquido químicamente está formado por dos elementos el hidrógeno y el oxígeno que en condiciones normales son gases, para lograr mayor estabilidad estos elementos se unen por medio de los electrones que se encuentran en su último nivel de energía.

Para la propuesta APC, dos o más átomos permanecen unidos si la energía del sistema es menor cuando están unidos que cuando están separados. Esta unión se denomina enlace químico. Esta definición, está dada en términos de la energía y tiene como criterio fundamental que, en las uniones entre los átomos, la energía debe ser menor en comparación con la energía de los átomos no enlazados.

Se puede ver como en las definiciones de enlace prevalecen algunos términos como la estabilidad y la energía del “sistema”, que para grado séptimo de educación secundaria pueden ser algo abstractos o difíciles de comprender. En las definiciones

no es claro, por ejemplo, qué papel juega la electronegatividad en la unión entre los átomos, qué papel juegan los electrones en el enlace químico o exactamente qué es lo que forma el enlace químico (la unión en sí misma de los átomos, la ganancia o la pérdida de los electrones o si es una unión material como la que se representa en las imágenes de los libros de texto). Al analizar el texto continuo de ambas propuestas editoriales se puede identificar que la regla del octeto se sigue usando como fin último que responde a la pregunta, ¿por qué se unen los átomos?

Fragmento de texto NCPP 7, pág. 229.

Los átomos se enlazan para alcanzar la estabilidad que se logra cuando se tienen ocho electrones en el último nivel de energía; esto se conoce como la regla del octeto. Como los elementos más estables de la tabla periódica son los gases nobles, todos los demás elementos buscan alcanzar esta configuración y para lograrlo ceden o reciben electrones para cumplir la regla del octeto.

Fragmento de texto APC 7, pág. 240.

La regla del octeto, o tendencia de los átomos a completar su último nivel de energía, indica que, en la formación de compuestos, los átomos intercambian electrones hasta adquirir ocho en su último nivel.

Caamaño (2016) afirma que la presentación tradicional de la naturaleza del enlace químico y de los diferentes tipos o modelos de enlace presenta varios problemas conceptuales y didácticos, por ejemplo, en los libros de texto el enlace químico está explicado desde la regla del octeto, pero dicha regla no explica la naturaleza física del enlace químico. La regla del octeto se presenta como un principio teleológico: los átomos ceden o comparten electrones con la finalidad de adquirir la estructura del gas noble más próximo, porque estas estructuras son más estables. Estas explicaciones teleológicas acaban confiando involuntariamente un cierto carácter «animista» a los electrones y nos dejan siempre con la pregunta: ¿cómo «saben» los electrones que la estructura del gas noble es más estable para tender hacia ella?

Otro problema de explicar el enlace químico desde la regla del octeto, es que induce a pensar a los estudiantes que los sólidos iónicos como la sal de cocina están formados por pares iónicos y no atribuyen la existencia de una red cristalina. La explicación tradicional del enlace iónico, centra su atención en la transferencia de uno o más electrones de valencia de un átomo a otro y no en la formación de una estructura iónica.

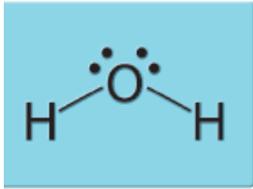
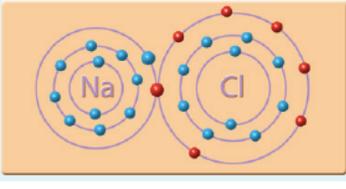
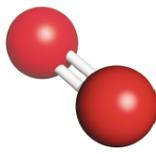
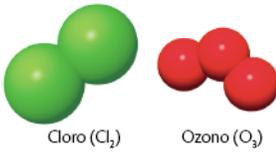
Las imágenes en las propuestas editoriales

Perales y Jiménez (2002), proponen categorías para analizar las imágenes de los libros de texto. La categoría 1 corresponde a la funcionalidad de las imágenes en la secuencia didáctica. Se puede determinar que el tema 24 del texto NCPP, tiene en total 13 imágenes de las cuáles 2 son fotografías y 11 son ilustraciones. Dentro de la función de las imágenes se puede identificar que 2 son de aplicación, 9 de definición y 2 de problematización.

Para el texto APC, se puede determinar que el tema 6 de la unidad 7, tiene en total 13 imágenes de las cuáles 5 son fotografías, 7 son ilustraciones y 1 gráfica. Dentro de la función de las imágenes se puede identificar 5 de evocación, 7 de aplicación y 1 de interpretación.

Al comparar el material gráfico de ambas propuestas editoriales, se pueden encontrar diversidad de formas de representar el enlace químico, dicha variedad de representaciones gráficas debe ser discutido con los estudiantes y debe ser analizado en clase, porque muchas de estas representaciones apoyan algunas de las concepciones alternativas de los estudiantes, por

ejemplo, para muchos estudiantes el enlace químico es una unión material entre los átomos, porque en muchas representaciones de los libros de texto el enlace se representa como un puente o una unión.

Representaciones de enlace en NCPP 7		Representaciones de enlace en APC 7	
			

Conclusiones

- Al comparar la superestructura de ambos textos escolares podemos encontrar diferencias en la fundamentación pedagógica ya que uno de los textos está diseñado bajo el desarrollo del pensamiento crítico y el otro texto está fundamentado en el aprendizaje con la tecnología. Al comparar la estructura de las unidades y de los temas no se encuentran grandes diferencias entre las propuestas editoriales.
- Al comparar la macroestructura de los libros, se puede determinar que el libro APC tiene como único referente el modelo de Lewis y la regla del octeto para explicar el enlace químico, mientras que el libro NCPP menciona de manera reduccionista las teorías de enlace de valencia (TEV) y la teoría del orbital molecular (TOM). En ninguna de las propuestas editoriales se abordan las teorías desde una perspectiva histórica o por lo menos con alguna temporalidad en el tiempo.
- Al analizar la microestructura en ambas propuestas editoriales, se puede analizar que la regla del octeto se sigue utilizando de forma recurrente para explicar por qué se unen los átomos. Si bien, esta regla permite predecir la valencia iónica y covalente más probable de los elementos de los tres primeros períodos de la tabla periódica, no explica la naturaleza física del enlace, la conformación de las estructuras iónicas y tampoco ayuda a entender el enlace químico como una interacción eléctrica. Caamaño sugiere que el enlace químico debe explicarse como una interacción eléctrica entre átomos, iones o moléculas con el fin de evitar las concepciones alternativas en los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Caamaño, A. (2016). Un enfoque para vencer errores y ambigüedades Enlace químico y estructura de las sustancias en secundaria. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. No 86, 8-18.
- Izquierdo, M (2005). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Tarbiya. Revista de investigación e innovación educativa*. No 36, 11-34.
- Izquierdo, M., García, A., Quintanilla, M., y Bravo, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 124 páginas.
- Grosser, A. (1973), *Politik erklären* ("Explicar la política"), Múnich, Hanser.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

-
- Marzábal, A., Izquierdo, M., (2017). Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación a su función docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 35.1, pp. 111-132.
- Moray, M. L. (2010). El libro de texto escolar didáctico y el material literario auténtico. Una mirada a la cultura material de la escuela. Documento de coordenadas en Investigación educativa e a pesquisa nesta área, *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), pp. 1-24.
- Perales, J y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Análisis de libros de texto. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. No 20, 369-386.
- Van Dijk, T. A. y Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.