

---

# LOS ESTUDIANTES Y LOS TEXTOS DE CIENCIAS FÍSICAS: UN ESTUDIO SOBRE SU INTERACCIÓN

---

*Joan Josep Solaz i Portolés*

IB de LLíria

*Vicent Sanjosé i López*

Universitat de València

*Eduardo Vidal-Abarca Gámez*

Universitat de Valencia

Valencia – Espanha

## **Resumen**

*En este trabajo se analiza la interacción entre el conocimiento previo, el texto, el nivel académico y el aprendizaje cuando los alumnos leen libros de ciencias físicas. Estos lectores fueron: estudiantes del último curso del las licenciaturas de Ciencias Físicas y de Psicología, y estudiantes de 3º de BUP\* de ciencias y de letras.*

*Nuestro estudio se basó en un texto sobre Modelos Atómicos extraído de un libro de Física y Química de 2º de BUP† bien conocido.*

## **I. Introducción**

El presente artículo forma parte de un trabajo que centró su atención en el estudio del libro de texto en ciencias y sus interacciones con las características de los sujetos lectores (Solaz Portolés, 1992).

Nuestro mayor interés se localizó en la influencia que las características o variables textuales tienen sobre distintos tipos de lectores en la retención y comprensión de la información textual. Por esta razón, manipulamos un conjunto de variables en un

---

\* 2º BUP es el segundo curso del Bachillerato Unificado Polivalente. Edad media de los estudiantes: 15 años.

† 3º BUP es el tercer curso de Bachillerato Unificado Polivalente. Edad media de los estudiantes: 16 años.

texto tomado de un libro de Física y Química de 2º de BUP, y a partir de él, elaboramos un nuevo texto con el que intentamos mejorar el rendimiento de los estudiantes en la ejecución de tareas de aprendizaje.

En los apartados siguientes se describe la experiencia efectuada, donde se incluyen, justifican y ejemplifican las variables textuales modificadas, comentándose a continuación los resultados obtenidos por los distintos grupos de sujetos participantes en dos medidas efectuadas: de conocimiento previo y de comprensión de texto. También se presenta para esta última medida un análisis de ítems que nos permitió averiguar cuáles de todas estas variables textuales aplicadas pueden tener mayor efecto sobre la comprensión textual de los estudiantes.

Todo ello nos servirá para mostrar la importancia que en didáctica de las ciencias tienen las variables textuales, y cómo utilizarlas para mejorar los textos instruccionales en ciencias. En consecuencia, este trabajo podría ofrecer unas pautas para el diseño y elaboración de textos educativos en ciencias, que tengan en cuenta las características del lector y puedan producir un aprendizaje más significativo.

## II. Descripción de la experiencia

### II. 1 Textos empleados

Empleamos dos textos, que llamamos texto natural y texto adaptado. El texto natural constaba de 1600 palabras y era una copia literal, sin cuestiones ni problemas, de un texto de segundo de BUP ampliamente difundido en España (Candel et al., 1990). En concreto, el texto era la parte del tema de modelos atómicos que comienza con las hipótesis atómicas de Dalton y llega hasta el modelo de Rutherford e introduce las partículas subatómicas.

El texto adaptado contenía unas 1900 palabras y fue elaborado por nosotros a partir de la misma información básica proporcionada por el texto natural, pero en él efectuamos una manipulación de variables textuales que, de acuerdo con la bibliografía consultada, supondrían un mayor aprendizaje, comprensión y retención del texto. Ofrecemos seguidamente algunas de esas modificaciones textuales ejemplificadas:

1.- Tener en cuenta las **preconcepciones** del lector (Driver, 1989; Driver et al, 1989; Hierrezuelo y Montero, 1989) e introducir los conceptos a partir de su **conocimiento previo** (Anderson y Armbruster, 1984; Driver, 1988; Otero, 1985; Roth y Anderson, 1986; Wandersee, 1988).

Así podemos ver en el texto adaptado la especial incidencia que se hace en una concepción alternativa señalada por diferentes autores (Nussbaum, 1989; Andersson, 1990; Renström et al., 1990; Llorens, 1988): la dificultad en admitir la existencia de

espacio vacío. Por ello, cuando se presenta el modelo de Rutherford se dice:

*“En este modelo se supone al átomo constituido por un núcleo central diminuto, de gran masa y cargado positivamente, y por unos electrones moviéndose alrededor del núcleo en un gran volumen vacío”.*

En cambio en el texto natural se dice:

*“El nuevo modelo atómico, elaborado por Rutherford, supone que el interior del átomo existe un núcleo diminuto cargado positivamente, y en el exterior una corteza en la que se encuentran los electrones, cargados negativamente”.*

2.- Ser **redundantes** en la presentación y desarrollo de ideas importantes o problemáticas (Mayer, 1985; Merrill, 1987; Reigeluth, 1987; Roth y Anderson, 1988).

Una idea importante y problemática que aparece en el tema es la ya comentada anteriormente: la de espacio vacío. La especial incidencia de esta idea en el texto adaptado se ve reflejada por su aparición en tres partes distintas del texto, siendo una de ellas la ya comentada en 1, y las otras:

*“Dado que la mayoría de estas partículas positivas pueden atravesar la lámina, los átomos deben estar en su mayor parte constituidos por espacio vacío.”*

*“En conclusión, el átomo está compuesto por tres partículas fundamentales: electrones, protones y neutrones. Los electrones se mueven en un gran volumen vacío alrededor del núcleo. Los protones y neutrones configuran un pequeñísimo núcleo donde se concentra la masa.”*

En tanto que en el texto natural solamente aparece una vez, cuando se comenta la experiencia de Rutherford:

*“Puesto que la mayoría de las partículas atraviesan la lámina, debemos pensar en la existencia de huecos; incluso podemos afirmar más: la mayor parte del átomo estará vacío.”*

3.- Usar **analogías** (Dupin y Joshua, 1989, 1990; Reigeluth, 1987; Strube, 1989a). No se observa ninguna analogía en el texto natural. En el texto adaptado aparecen para reafirmar y consolidar los distintos modelos atómicos:

*“(…) las electrones están incrustados como las pasas de una tarta.” (Modelo de Thomson).*

*“(…) considera el movimiento de los electrones en torno al núcleo de igual forma que los planetas describen órbitas alrededor del Sol.” (Modelo de Rutherford).*

*“Si consideramos una ampliación del átomo al tamaño de un estadio de fútbol, su núcleo no llegaría a alcanzar las dimensiones de un garbanzo.”*

4.- Presentar el contenido conceptual como respuesta a problemas concretos y no como meros “enunciados declarativos” (Otero, 1985, 1989; Stinner, 1989; Strube, 1989b).

Para ilustrar este aspecto podemos comprobar cómo difieren los párrafos que introducen la presencia del neutrón en el núcleo atómico:

Texto natural:

*“Aparte de los protones, ¿hay alguna otra partícula en el núcleo?”*

*Es fácil comprobar que la masa de protones y neutrones no explica totalmente la masa del átomo”.*

Texto adaptado:

*“Nos podemos preguntar a partir de nuestro conocimientos en electrostática cómo puede ser estable un agrupamiento de protones en una región tan pequeña como es el núcleo atómico, a pesar de ser partículas cargadas positivamente y, como tales, se repelen. Nos podemos preguntar también por qué sumando las masas de protones y electrones para un determinado átomo, no obtenemos la masa atómica”.*

5.- Subrayar los **principios conceptuales** situándolos al comienzo del texto, apartados o párrafos (Dee-Lucas y Larkin, 1990).

En el tema que nos ocupa, MODELOS ATOMICOS, cobra especial significación el concepto de modelo científico (Anderson, 1990; Renström et al, 1990; Llorens, 1988). Por ello, se han destinado los dos primeros párrafos del texto adaptado a describir qué es un modelo atómico, por qué se emplea y cuándo se cambia:

*“Como ya se ha estudiado, la materia está constituida por átomos. Sin embargo, los átomos no son directamente perceptibles por nuestros sentidos, por tanto es muy difícil conocer cómo y de qué están formados. Es esta dificultad la que ha llevado a los científicos a elaborar representaciones del átomo que pudieran explicar todos los hechos experimentales relacionados con él. Estas representaciones del átomo reciben el nombre de modelos atómicos.*

*Veremos en este tema cómo los modelos atómicos se han ido cambiando a lo largo de la historia de la ciencia de acuerdo con su capacidad para explicar los resultados de los experimentos realizados”.*

Sin embargo, el texto natural empieza directamente abordando el modelo de Dalton y las experiencias que lo ponen en entredicho, limitándose a aludir superficialmente a la relación entre modelo y hechos experimentales y, a nuestro juicio, en un lugar inadecuado en la exposición:

*“El modelo de Thomson nos sumerge en la historia de los modelos atómicos. Un modelo se acepta cuando consigue explicar una serie de hechos experimentales, y debe abandonarse cuando es incapaz de explicar los resultados de nuevas experiencias.”*

6.- Dar a conocer los distintos tópicos a tratar en **títulos, encabezamientos o frases** (Kieras, 1978; Anderson y Armbruster, 1984).

Compárese a modo de ejemplo los títulos en ambos textos de los apartados

que se refieren al modelo de Dalton y su inadecuación con la existencia de cargas en el átomo:

Texto natural:

A ELECTRICIDAD Y EL ÁTOMO

Texto adaptado:

EL MODELO ATOMICO DE DALTON Y SU INCOHERENCIA CON LA PRESENCIA DE CARGAS EN EL ÁTOMO

7.- **Reducir la complejidad** léxica y sintáctica (Britton et al, 1989; Santelices, 1990; Williams y Yore, 1985).

Veamos a continuación un caso de reducción de la complejidad sintáctica:

Texto natural:

*“Suponiendo esféricos los átomos y la carga positiva concentrada en el núcleo, al igual que la masa (la masa de los electrones es tan pequeña que la podemos despreciar), se pudo estimar el tamaño del mismo, obteniéndose un valor del orden de  $10^{-15}m$ , siendo el radio del átomo del orden de  $10^{-10}m$ . La proporción existente entre sus volúmenes es del orden de  $10^{15}$ ”.*

Texto adaptado:

*“El propio Rutherford midió el radio del núcleo a partir de su experiencia, y resultó ser de aproximadamente  $10^{-15}m$ . Además el radio del átomo ya se conocía con anterioridad y es de unos  $10^{-10}m$ . De donde podemos deducir que el radio del núcleo es 100000 veces más pequeño que el del átomo.”*

8.- Establecer relaciones explícitas entre ideas de tal manera que se (Anderson y Armbruster, 1984, 1986; Mayer, 1985).

Un ejemplo de tal procedimiento puede ser el siguiente:

Texto natural:

*“Puesto que la mayoría de las partículas atraviesan la lámina, debemos pensar en la existencia de huecos; incluso podemos afirmar más: la mayor parte del átomo estará vacío. Sin embargo, otras partículas son desviadas, e incluso retroceden, por lo que debe existir alguna región del átomo cargada positivamente que rechaza a dichas partículas. Dicha carga debe estar muy concentrada, pues es mucho mayor el número de desviaciones que el de retrocesos.”*

Texto adaptado:

a) *“Dado que la mayoría de estas partículas positivas pueden atravesar la lámina y los átomos de oro están unidos unos a otros, los átomos deben estar en su mayor parte constituidos por espacio vacío. De lo que se deduce que la masa del átomo debe estar concentrada en una pequeña zona.”*

b) *“Las desviaciones y retrocesos de las partículas positivas pueden ser atribuidas a fuerzas de repulsión provocadas por la presencia de carga del mismo signo*

positivo en los átomos de oro. Y el que se produzca unas veces desviación y otras retroceso puede ser atribuido a la menor o mayor aproximación de los proyectiles positivos a la carga positiva de los átomos de oro. Como hay más desviaciones que retrocesos, la carga positiva del átomo debe también estar concentrada en una pequeña zona.”

9.- **Eliminar ideas irrelevantes** para el contenido tratado (Anderson y Armbruster, 1984; Dufly et al, 1989; Meyer, 1984).

Así, hemos eliminado en el texto adaptado ideas tales como el tubo de descarga de gases y su funcionamiento, o la relación de volúmenes átomo/núcleo, porque consideramos que no aportaban ninguna información interesante para los objetivos propuestos.

10.- Emplear partículas que **dirijan la atención** del lector y le faciliten las inferencias durante la lectura (Corral, 1987).

Veáse este aserto en el siguiente párrafo del texto adaptado:

*“A partir de ahora para representar a un átomo lo haremos **no sólo** mediante su símbolo, sino que proporcionaremos su número atómico como subíndice y el número másico como supraíndice. En el caso del oro sería:*

*197Au79*

Y la inexistencia de tales partículas en el texto natural:

*“Para representar lo anterior utilizaremos el símbolo  ${}^A X_Z$  donde el subíndice representa el número atómico y el supraíndice el número másico.”*

11.- Destacar las ideas principales mediante **tipos en negrita** (Dufly et al, 1989; Meyer, 1984; Rossi, 1990).

*“En 1932 se descubría una partícula que se ajustaba a ambas cualidades, tenía una masa parecida a la del protón y no tenía carga. Debido a su carácter neutro (carga eléctrica nula), a esta partícula se le dio el nombre de neutrón.”*

12.- Utilizar **frases introductorias** que anuncien el contenido, así como frases resumen (Britton et al, 1982).

*“Con el fin de dar a conocer el número de partículas subatómicas contenidas en el núcleo de un determinado átomo se introduce el número másico, que es el resultante de la suma de protones y neutrones (...)”*

*“En conclusión, el átomo está compuesto de tres partículas fundamentales: electrones, protones y neutrones.”*

13.- **Ajustar el estilo lingüístico** al lector (Strube, 1989a).

En la elaboración del texto adaptado intentamos emplear un estilo laxo en el que:

a) El lector se sintiera participe del **desarrollo histórico-científico** tratado

(Stinner, 1989)

b) Hubiera riqueza de **lenguaje figurativo**, sobre todo analogías (ver el punto 3)

c) Mostrara el carácter **tentativo, indagativo y creativo de la ciencia, y un mínimo de definiciones no justificadas** (Strube, 1989b).

*“Ahora ya estamos en condiciones de explicar el porqué de la anomalía de la tabla de Mendeleiev: éste ordenaba los elementos en función de sus masas atómicas en vez de hacerlo por sus números atómicos. A pesar de ello no hemos de considerar esta como un fracaso de dicha tabla, sino más bien como un triunfo de las predicciones de Mendeleiev al alterar el orden de los elementos”.*

14.- Incluir **figuras** para incrementar la cohesión textual (Storey Vasu y Howe, 1989; Reynolds y Baker, 1987).

Así por ejemplo, nosotros hemos incluido una ilustración para el modelo de Rutherford que describe visualmente los detalles del modelo. De este modo, concretamos en una figura todas las ideas expuestas sobre dicho modelo. En el texto natural no aparece ninguna ilustración de dicho modelo.

15. - Explicar convenientemente las figuras e interconectarlas con la prosa (Mayer, 1989; Mayer y Gallini, 1990).

En el texto natural no se explica la representación gráfica de la experiencia de Moseley,  $f(Z)$  y además no se hace ninguna referencia a ella en el discurso textual. Todo lo contrario puede observarse en el adaptado, donde se explican las variables de cada eje en la representación gráfica y cómo ésta muestra la relación entre variables. También podemos ver la referencia que se hace a la figura en la prosa, y en la que se comenta la relación entre las variables implicadas.

## II. 2 Sujetos participantes

Participaron en nuestra investigación los siguientes grupos de sujetos:

I.- **Universitarios de Ciencias (DC)**, constituido por alumnos de quinto curso de la licenciatura de ciencias físicas, especialidad Física Teórica, de la Universitat de Valencia. De los cuales, lo leyeron el texto natural (UCN) y 12 el adaptado (UCA). Fueron escogidos porque presuponíamos que estos estudiantes serian los de mayor conocimiento previo sobre el tema que versaban los materiales de nuestro estudio.

II.- **Universitarios de Letras (UL)**, formado por estudiantes de último curso de la licenciatura de Psicología, especialidad Psicología Evolutiva y de la Educación, también de la Universitat de Valencia. De ellos, lo leyeron el texto natural (ULN) y lo el adaptado (ULA). Se eligieron tanto por su presunto escaso conocimiento previo sobre el tema de Modelos Atómicos, como por sus indudables buenas estrategias lectoras, fruto

de su nivel académico.

III.- **Bachilleres de Ciencias (BC) y de Letras (BL)** que cursaban tercero de BUP en el I.B. de Quart de Poblet (Valencia), distribuidos del siguiente modo: BCN: 10, BCA: 10, BLN: 12, BLA: 11. Estos dos grupos fueron considerados pobres en estrategias de lectura en relación con los universitarios (no realizamos ninguna prueba para confirmar esta suposición, pero los trabajos de Brown et al, 1983) y Kieras (1985) la avalan) y con distinto conocimiento previo sobre el tema del texto.

Cada uno de los cuatro grupos UC, UL, BC Y BL coincidió con un grupo del centro de enseñanza correspondiente seleccionado al azar. Naturalmente, la distribución de sujetos según el texto que fueran a leer también se hizo de manera aleatoria.

El número de sujetos que participó en la primera sesión fue de 109, y en la segunda fue de 85, que son los que se han tomado en consideración en la presente investigación.

### **II.3 Medidas realizadas**

#### **1.- De conocimiento previo**

Obtuvimos en primer lugar una medida del conocimiento previo de los estudiantes. Los objetivos de esta prueba fueron:

a) Constatar que los cuatro grupos de sujetos tenían el conocimiento previo ajustado a nuestras premisas, esto es,  $UC \gg BC > BL \cong UL$ .

b) Asegurarnos de que la distribución de sujetos según el texto que fueran a leer, no producía diferencias significativas. Así, por ejemplo, no deberíamos encontrar diferencias de puntuación entre UCN y UCA.

En el diseño de la prueba de conocimiento previo consideramos que para la comprensión apropiada del tema de modelos atómicos, eran imprescindibles, sobre todo, conocimientos de Electricidad, tanto estática como dinámica. Por ello elaboramos un cuestionario abierto de seis ítems que contenían aspectos elementales de esta materia (Fig. 1). Estos ítems fueron elegidos de un conjunto de doce, que fueron, previamente contestados por dos grupos piloto, uno de bachilleres y otro de universitarios. Se seleccionaron los seis ítems que proporcionaban un mayor coeficiente de correlación biserial puntual entre ellos y las puntuaciones globales del cuestionario. El tiempo previsto para la ejecución del cuestionario fue de 15 minutos.

#### **2.- De comprensión del texto**

El propósito de esta prueba fue la medida de la comprensión a partir del



texto y la intervención en ella de los esquemas de conocimiento del lector y de las estrategias empleadas en la lectura. Con este fin, confeccionamos un cuestionario que contemplaba tareas de comprensión acordes con los objetivos de la prueba y con el texto leído, es decir, que incorporaba comprensión de conceptos, además de resolución de problemas. Este cuestionario constó de 5 ítems (Fig. 2), que fueron escogidos de manera semejante a los ítems de la prueba de conocimiento previo, pero en este caso a partir de una batería de diez ítems.

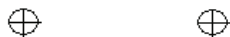
Esta prueba de comprensión se llevó a cabo una semana después de la de conocimiento previo y tras la lectura del texto correspondiente, y en ella los estudiantes dispusieron del texto para cualquier consulta que desearan efectuar. La duración de la lectura del texto más la contestación del cuestionario no excedió de 45 minutos.

De esta medida de comprensión efectuamos además un análisis de ítems, mediante la prueba de Fisher, para conocer qué ítems producían diferencias significativas entre las parejas UCN/UCA, ULN/ULA, BCN/BCA Y BLN/BLA. Se aplicó la prueba de Fisher por el tamaño de nuestra muestra y porque existían casillas donde las frecuencias esperadas eran menores de cinco (Siegel, 1990).

Datos de identificación (marque con una cruz y escriba lo que proceda)

“Universitarios de Ciencias” “Bachilleres de Ciencias” Identificación.....  
 “Universitarios de Humanidades” “Bachilleres de Humanidades”

1) ¿Qué les ocurre a dos cargas del mismo signo que encuentran a una distancia relativamente próxima, tal como se puede ver en la figura?



2) ¿Y que les ocurre cuando son de distinto signo? (Ver la figura)



3) Si la distancia entre las cargas se redujese en ambos casos, ¿qué cambiaría respecto a los casos anteriores?



Caso 1:

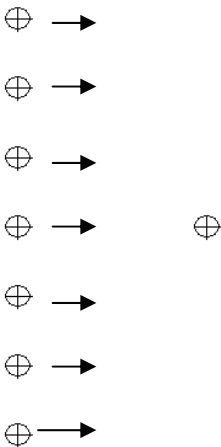
Caso 2:

4) ¿Qué partículas son las responsables de que una sustancia inicialmente neutra se

*cargue positiva o negativamente por frotamiento?*

5) *¿Por qué un bolígrafo de plástico, que previamente hemos frotado contra un jersey de lana, atrae pequeños trozos de papel? Intenta dar una explicación del hecho.*

6) *Imaginad que disponemos de siete cargas positivas y que las lanzamos en línea recta contra otra carga positiva estática, como ilustra el dibujo. Dibujad los diferentes tipos de trayectoria que seguirían cada una de las siete cargas al aproximarse a la carga positiva estática.*



*Fig. 1.- Cuestionario de conocimiento previo.*

Datos de identificación (marque con una cruz y escriba lo que proceda)

- Universitarios de Ciencias*       *Bachilleres de Ciencias*    *Identificación.....*
- Universitarios de Humanidades*     *Bachilleres de Humanidades*

1) Indica qué partículas subatómicas están presentes el átomo  ${}_{13}^{27}\text{A}$

2) ¿A qué se debe que unas partículas positivas (los proyectiles) se desvían más que otras en la experiencia de Rutherford?

3) ¿Por qué resulta más fácil arrancar o añadir electrones que protones en un átomo?

4) Si en el experimento de Rutherford se hubieran utilizados átomos negativamente como proyectiles, y los resultados obtenidos hubieran sido los mismos. ¿qué modelo propondrías para el átomo?

5) Haciendo uso de este modelo que acabas de proponer. ¿Cómo explicarías una experiencia de electrificación por frotamiento?

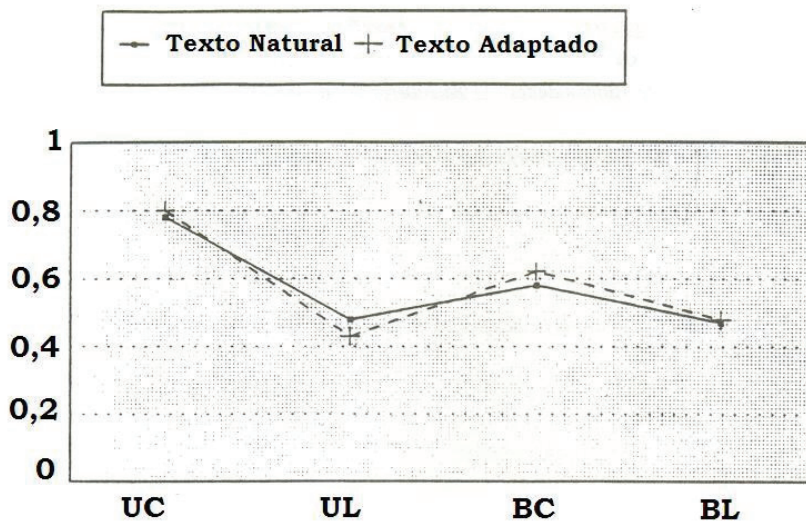
*Fig.2.- cuestionario de comprensión del texto sobre modelos atómicos.*

Una vez comprobamos qué ítems producían tales diferencias ( $p < .05$ ), pasamos a relacionar éstos ítems con la forma en que el contenido vinculado a ellos era ofrecido en los textos natural y adaptado.

### **III. Resultados**

#### **III.1. Prueba de conocimiento previo**

En la Fig. 3 se representan gráficamente las puntuaciones (valores normalizados 0-1) obtenidas por cada grupo de sujetos en esta prueba y en la tabla 1 se dan los coeficientes de fiabilidad alfa de Cronbach del cuestionario para cada grupo.



Texto Natural	0,78	0,48	0,58	0,47
Texto Adaptado	0,8	0,43	0,62	0,48

Fig. 3.- Puntuaciones de la prueba de conocimiento previa. Valores normalizados 0-1.

Tabla 1. Coeficientes de fiabilidad alfa de Cronbach

GRUPO	ALFA DE CONBACH
UCN	0,60
UCA	0,69
ULN	0,71
ULA	0,65
BCN	0,66
BCA	0,78

BLN	0,63
BLA	0,71

Como se puede ver, estos resultados confirman nuestras expectativas, pues el orden de puntuaciones es el previsto y no se aprecian diferencias significativas entre las calificaciones de los grupos de texto natural y los de texto adaptado. La tabla 2 muestra los valores de la prueba t de Student para las cuatro parejas N/A, que en ningún caso superan el nivel de significación del 95%.

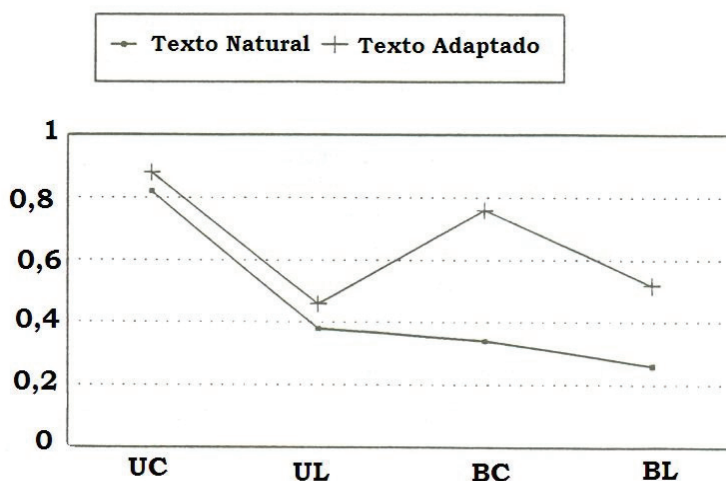
Tabla 2. Valores de t de Student

PAREJAS	t	g.l.
UCN/UCA	0,23	20
ULN/ULA	0,81	18
BCN/BCA	0,57	18
BLN/BLA	0,70	21

### III.2. Prueba de comprensión

La Fig. 4 muestra las calificaciones obtenidas (valores normalizados 0-1) por los cuatro grupos de estudiantes según hubieran leído en texto natural o el adaptado.

La tabla 3 ofrece los coeficientes de fiabilidad alfa de Cronbach del cuestionario para cada grupo.



Texto Natural	0,82	0,38	0,34	0,26
Texto Adaptado	0,88	0,46	0,76	0,52

Fig.4.- Puntuaciones de la prueba de comprensión. Valores normalizados 0-1.

Tabla 3: Coeficientes de fiabilidad alfa de Cronbach

<b>GRUPOS</b>	<b>ALFA DE CRONBACH</b>
UCN	0,73
UCA	0,64
ULN	0,65
ULA	0,60
BCN	0,70
BCA	0,72
BLN	0,73
<b>BLA</b>	0,60

La tabla 4 proporciona los resultados de la aplicación de la prueba t a las parejas N/A, y señala, además, los valores que son estadísticamente significativos.

Tabla 4: Valores de t de Student

<b>PAREJAS</b>	<b>t</b>	<b>g.l.</b>
UCN/UCA	0,61	20
ULN/ULA	0,54	18
BCN/BCA	3,25*	18
BLN/BLA	2,76**	21

\* Estadísticamente significativo en un nivel inferior al 1% ( $p < .01$ )

\*\* Estadísticamente significativo en un nivel inferior al 5% ( $p < .05$ )

Por otro lado, en el análisis de ítems de esta prueba de comprensión sólo se obtuvo un nivel de significación menor del .05 en los ítems 2, 4 y 5, para los grupos de bachilleres. La tabla 5 muestra la frecuencia de respuestas en dichos ítems para los

susodichos grupos.

Tabla 5: Frecuencia de respuestas en los ítems

	ITEM 2 INCORRECTA	ITEM 2 CORRECTA	ITEM 4 INCORRECTA	ITEM 4 CORRECTA	ITEM 5 INCORRECTA	ITEM 5 CORRECTA
BCN	6	4	8	2	10	0
BCA	2	8	2	8	2	8
BLN	12	0	11	1	12	0
BLA	3	8	7	4	9	2

En la que la aplicación de la prueba de Fisher revela diferencias significativas entre: BLN/BLA en el ítem 2 ( $p < .001$ ) y BCN/BCA en los ítems 4 ( $p < .05$ ) Y 5 ( $p < .01$ ).

La subsiguiente inspección de los textos demuestra una mayor cohesión del texto adaptado en el punto donde se explica el experimento de Rutherford, íntimamente ligado con el ítem 2, a través de la explicitación de las relaciones entre las sucesivas ideas que figuran con un léxico y una sintaxis más simple, lo que comporta una reducción notable de las inferencias que el lector debe de realizar durante la lectura. En el caso de los ítems 4 y 5, en los que se implica información tanto del experimento como del modelo de Rutherford, el texto adaptado aporta una mayor conexión entre el experimento y sus conclusiones y el modelo que surge a partir de ellas. Además, en el texto adaptado esto se complementa con una ilustración gráfica del modelo que va convenientemente interconectada con la prosa expositiva, junto con una analogía de dicho modelo, la del modelo planetario.

#### IV. Conclusiones

En primer lugar, hemos de referirnos a los resultados de la interacción de las variables textuales con las variables relativa al sujeto lector, a saber, el conocimiento previo (alto para los estudiantes de ciencias, bajo para los estudiantes de letras) y las estrategias lectoras (buenas para los estudiantes universitarios, pobres para los estudiantes bachilleres):

1. Hemos constatado que las variables textuales introducidas en el texto adaptado, que recordemos es de nivel de bachiller, tienen un efecto estadísticamente positivo en la comprensión textual solamente en el caso de los bachilleres, y especialmente para los bachilleres de ciencias (incrementos relativos de puntuación en la

prueba de comprensión de los sujetos que leyeron el texto adaptado respecto de los que leyeron el texto natural: 123% para los BC y 100% para los BL).

2. El orden de las puntuaciones obtenidas en la medida de comprensión por los diferentes grupos que leyeron el texto adaptado ha sido: UCA>BCA>BLA>ULA. Esto indica que las variables textuales introducidas en el texto adaptado han favorecido los procesos de comprensión de los sujetos con mejor conocimiento previo sobre el tema, independientemente de sus estrategias de lectura. Sin embargo, esto no ocurre así con el texto natural donde puntúan más alto los lectores con mejores estrategias, los universitarios.

3. Las calificaciones de los grupos de estudiantes universitarios en la prueba de comprensión nos muestran que tanto en el caso de UC, como en el de UL, apenas si se ven influidos por la lectura de un texto u otro. Esto es lógico en los UC, si tenemos en cuenta su elevado conocimiento sobre el tema y sus buenas estrategias lectoras, que los hacen inertes ante las variables textuales de un texto de nivel de bachiller. No obstante, en el caso de los UL parece haber tenido una gran repercusión el hecho de que hiciera mucho tiempo que no estudiaban ciencias físicas (siete años, como mínimo), pues partiendo de un conocimiento previo similar a los BL, estos últimos, que tan sólo hacía un año que no estudiaban ciencias físicas, han obtenido mejores calificaciones con el texto adaptado a pesar de sus pobres estrategias lectoras.

Finalmente, debemos hacer mención del análisis de ítems efectuado y que ha puesto de manifiesto que las variables textuales que más influyen en los bachilleres cuando realizan tareas de comprensión lectora son:

- La explicitación de las relaciones entre ideas sucesivas y la consiguiente reducción de inferencias a realizar.
- La simplicidad léxica y sintáctica.
- Las analogías con referentes claros.
- Las ilustraciones interconectadas con el discurso textual.

## **V. Agradecimientos**

Agradecemos muy sinceramente las recomendaciones efectuadas por los árbitros en el enjuiciamiento del presente artículo.

## **Referencias**

ANDERSON, TH. Y ARMBRUSTER, B.B., 1984, Content area textbooks. En R.C.



Anderson, J. Osborne y R.T. Tierney (Eds.). *Learning to read in american schools*. Hillsdale: Erlbaum.

ANDERSON, TH. y ARMBRUSTER, B.B., 1986, Readable textbook, or selecting a textbook is not like buying a pair of shoes. En J. Orasau (Ed.). *Reading Comprehension: from research to practice*. Hillsdale: Erlbaum.

ANDERSSON, B., 1990, Pupils' conceptions of matter and its transformations. *Studies in Science Education*. 18, 53-85.

BRITTON, BK, GLYNN, S.M., MEYER, B.J.F. y PENLAND, MJ., 1982, Effects of text structure on use of cognitive capacity during reading. *Journal of Educacional Phychology*, 74, 51-61.

BRITTON, BK, VAN DUSEN, L., GULOOZ, S. Y GL YNN, S.M., 1989, Instuctional texts rewritten by five experts teams: revisions and retention improvements. *Journal of Educacional Psychology*, 81, 226-239.

BROWN, AL., DAY, J.R y JONES, R.S, 1983. The development of plans for summarizing texts. *Child Development*, 54, 968-979.

CANDEL, A, SATOCA, J, SOLER, I.B. y TENT, J.J., 1990. *Física y Química de Segundo de BUP*. Madrid: Anaya.

CORRAL, A, 1987, *Consideraciones acerca de la realización de textos didácticos para la enseñanza a distancia*. Madrid: UNED.

DEE LUCAS, D. y LARKIN, I.H., 1990. Organization and comprehensibility in scientific proofs, or "Considerer a particle p..." *Journal of Educational Psychology*, 82, 701-714.

DRIVER, R., 1988, Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6,109-120.

DRIVER, R., 1989, Students' conceptions and the learning of science. *International journal of Science Education*, 11,481-490.

DRIVER, R, GUESNE, E. y TIBERGUIEN, A., 1989, *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: MEC y Morata.

DUFFY, J.M., HIGGINS, L., MEHLEMBACHER, B., COCHRAM, C., WALLACE,

D., HILL, C., HAUGEN, D., McCAFFREY, M., BUENET, R, SLOANE, S. y SMITH, S., 1989. Models for design of instructional text *Reading research quartely*, 24, 434-456.

DUPIN, J.J. y JOSHUA, S., 1989, Analogies and “modeling Analogies” in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73, 207-224.

DUPIN, U. Y JOSHUA, S., 1990, Una analogía térmica para la enseñanza de la comente continua en electricidad: Descripción y evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 119-126.

HIERREZUELO, J. y MONTERO, A., 1989, La ciencia de los alumnos. *Su utilización en la didáctica del la física y la química*. Barcelona: Mec y Laia.

KIERAS, D.E., 1978, Good and bad structure in simple paragraphs; effects on apparent theme, reading tiem and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 13-28.

KIERAS, D.E., 1985. Thematic processes in the comprehension of technical prose. En B.K. Britton y J.B. Black (Eds), *Understanding Expository Texts*, Hillsdale: Erlbaum.

LLORENS, J.A., 1988. La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la escuela*, 4, 33-48.

MAYER, RE., 1985, Structural analysis of science prose: Can we increase problem-solving perfomance? En B.K. Britton y J.B. Black (Eds.). *Understanding Expository texts*. Hillsdale: Erlbaum.

MAYER, RE., 1989. Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.

MAYER, R.E. Y GALLINI, J.K., 1990. When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-726.

MERRILL, M.D., 1987, Alesson based on the component display theory. En Ch.M. Reigeluth (Ed.). *Instructional theories in action*. Lessons Illustrating selected theories and models. Hillsdale: Erlbaum.

MEYER, B.J.F., 1984, Text dimensions and cognitive processing. En H. Mandl. N. Stein, T. Trabasso (Eds.): *Learning from texts*. Hillsdale: Erlbaum.

NUSSBAUM, J., 1989. La constitución de la materia como conjunto de partículas en la fase gaseosa. En R Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Eds), *Ideas científicas en la*

*infancia y la adolescencia*. MEC-Morata: Madrid.

OTERO, J.C., 1985. Assimilation problems in traditional representations of scientific knowledge. *European Journal of Science Education*, 7, 361-369.

OTERO, J.C., 1989. La producción y la comprensión de la ciencia: La elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 223-228.

REIGELUTH, Ch.M., 1987. Lesson Blueprints based on the Elaboration Theory of instruction. En Ch. M. Reigeluth (Ed.): *Instructional theories in action: Lessons illustrating selected theories and models*. Hillsdale: Erlbaum.

RENSTRÓM, L., ANDERSSON, B. Y MARTON, T., 1990. Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82, 555-569.

REYNOLDS, RE. y BAKER, D.R, 1987. The utility of graphical representations in text: Some theoretical and empirical issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 161-173.

ROSSI, J.P., 1990. The function of frame in the comprehension of scientific text *Journal of Educational Psychology*, 82, 727-732.

ROTH, K. y ANDERSON, Ch., 1988. Promoting conceptual change learning from science textbooks. En P. Ramsden (ed.): *Improving learning: New perspectives*. Londres: Kogan.

SANTELICES, L., 1990. La comprensión del lectura en textos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 8, 59-64.

SIEGEL, S., 1990. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Trillas: México.

SOLAZ PORTOLÉS, J.J., 1992. *El papel del texto en didáctica de las ciencias: una aproximación empírica a la comprensión lectora*. Tesis de tercer ciclo no publicada. Universitat de Valencia.

SOLBES, J. y MARTIN, 1., 1991. Análisis de la introducción el concepto de campo. *Revista Española de Física*, 5, 34-39.

STINNER, A., 1989. The teaching of Physics and the contexts of inquiry: From Aristotle to Einstein. *Science Education*, 73, 591-605.

STOREY V ASU, E. Y HOWE, A.C., 1989. The effect of visual and verbal modes of presentation on children's retention of images and words. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 401-407.

STRUBE, P., 1989a. The notion of style in physics textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 291-299.

STRUBE, P., 1989b. A content analysis of arguments and explications presented to students in physical science textbooks: a model and an example. *International Journal of Science Education*, 11, 195-202.

WANDERSEE, I.H., 1988. Ways students read texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 69-84.

WILLIAMS, R.L. y YORE, L.D., 1985. Content, format, gender, and grade level differences in elementary students' ability to read science materials as measured by the cloze procedure. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 81-88.