

## Evaluación de la comprensión a través de la formulación de preguntas por los estudiantes a partir de la lectura de un texto de física

Ascensión Macías

Carla Maturano

Universidad Nacional de San Juan

Argentina

**Resumen:** En este trabajo presentamos los resultados de una investigación, en el ámbito del estudio de la comprensión lectora de textos de Física, cuyo objetivo es caracterizar el nivel de comprensión que logran los estudiantes cuando leen un texto escolar a partir del estudio de las preguntas que formulan. Analizamos y clasificamos las preguntas que muestran no comprensión en diferentes niveles de representación del texto en la memoria, según se refieran estrictamente al texto o se generen al asociar los conocimientos explícitos que provee el texto con los conocimientos previos de los lectores. Esta metodología nos ha permitido examinar las preguntas desde dos aspectos: (1) utilizando un modelo de formulación de preguntas predecimos algunas preguntas, especialmente las que corresponden a los niveles superficial y base del texto y a la transición entre este último nivel y el modelo de la situación; y (2) considerando las preguntas generadas en la construcción de modelos de la situación, las clasificamos de acuerdo con una taxonomía que las distingue según la vinculación establecida entre la información del texto y los conocimientos previos. Los resultados de nuestra investigación se relacionan, primero con la predicción de un tercio de las preguntas de los estudiantes, a partir del modelo de formulación de preguntas. En segundo lugar, hemos podido determinar algunas características propias del resto de las preguntas del corpus, en particular aquellas que son más difíciles de predecir, en las que intervienen los conocimientos previos. Por último, las preguntas del corpus muestran que muchos estudiantes han logrado un nivel de comprensión que supera la base del texto intentando la construcción del modelo de la situación, para lo cual preguntan especialmente sobre características de objetos, procesos y relaciones causales.

**Palabras Clave:** Textos de Física, comprensión, preguntas, estructura conceptual, predicción de preguntas, taxonomía de preguntas, niveles de representación.

**Recibido:**  
1-XII-2008

**Aceptado:**  
20-IV-2010

**Correspondencia:** Ascensión Macías (amacias@ffha.unsj.edu.ar). Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan. Avenida J.I. de La Roza 230 oeste (5400). San Juan. Argentina.

## Evaluation of comprehension through students' question asking when reading a text of physics

**Abstract:** This work presents the results of a research, within the framework of the study of reading comprehension of texts of Physics, with the aim of determining the level of comprehension reached by students when they read a school text, by studying the questions they ask. We analyze and classify the questions that show no comprehension on different levels of the text representation in memory, distinguishing between those referred strictly to the text and those generated when students relate the explicit knowledge conveyed in the text with their own knowledge. This methodology has allowed us to examine the questions from two aspects: (1) by using a model of question asking, we predict some questions, specially those which correspond to the surface level and the text base and to the transition between this last level and the situation model; (2) by considering the questions generated when building situation models, we use a taxonomy to classify them according to the relation established between the information in the text and their previous knowledge. The results of our research are related, firstly, with the prediction of one third of the questions asked by the students, from the model of question asking. Secondly, we have been able to determine some characteristics of the remaining questions of the sample, particularly, those which are more difficult to predict, which involve the students' previous knowledge. Finally, the questions which constitute the sample show that many of the students have been able to reach a level of comprehension over the text base, trying to build the situation model, by asking questions, particularly, about characteristics of objects, processes and causal relations.

**Key Words:** Physics texts, comprehension, questions, conceptual structure, prediction of questions, question taxonomy, levels of representation.

### INTRODUCCIÓN

Esta investigación se encuadra en el ámbito del estudio de la comprensión lectora de textos de Física. En este marco abordamos la formulación de preguntas desde estudios de la psicología cognitiva y la educación, focalizando en las preguntas que buscan información para resolver déficits de conocimientos en el contexto educativo. Los aspectos teóricos que discutimos incluyen las características de los diferentes tipos de preguntas según la clase de información que busca el que interroga, en especial cuando un sujeto evalúa su comprensión y se encuentra con obstáculos para alcanzar ciertas metas, con incertidumbre y con brechas obvias en el conocimiento, por lo que pregunta en busca de la respuesta que salve el inconveniente. Teniendo en cuenta los diferentes niveles de representación del discurso en la memoria, podremos conocer el nivel de comprensión logrado por el lector, atendiendo a diferentes modelos de formulación de preguntas como el modelo PREG de Otero y Graesser (2001).

A diferencia de estudios anteriores, nuestro objetivo consiste en caracterizar el nivel de com-

prensión que logran los estudiantes cuando leen un texto escolar a partir del estudio de las preguntas que formulan según se limiten a la información presente en el texto (analizada a partir del modelo PREG y del gráfico de estructura conceptual) o incorporen nuevas relaciones o nuevos conocimientos.

En este artículo presentamos la investigación realizada, donde damos cuenta de la selección del texto utilizado en la investigación y su gráfico de estructura conceptual; predecimos las preguntas que podrían formular los estudiantes a partir de la lectura de dicho texto utilizando el modelo PREG; analizamos aquellas preguntas que formularon los estudiantes a la luz de este modelo, comparando con las predicciones y, finalmente estudiamos el resto de las preguntas según el modelo de van Dijk y Kintsch (1983), caracterizando aquellas en las que el lector incorpora sus conocimientos previos para identificar la comprensión alcanzada a partir de la lectura.

## **1. Antecedentes teóricos**

### **1.1. Las preguntas en contextos de aprendizaje**

La formulación de preguntas es analizada desde diferentes puntos de vista y actualmente hay numerosos estudios aportados por la psicología cognitiva y la educación. Esto ha dado lugar a que sea un tema discutido en diferentes ámbitos y se considere un componente central en las teorías de aprendizaje, cognición y educación (Graesser & Person, 1994). En torno a la psicología cognitiva, en estos últimos años, han surgido teorías de aprendizaje que tienen importantes consecuencias pedagógicas. Estas teorías centran el foco de atención en el estudiante que aprende dependiendo de sus motivaciones, intereses y predisposición. Es crucial que el que aprende sea crítico con su proceso cognitivo examinando desde distintas perspectivas los materiales que se le presentan, enfrentándose a ellos desde diferentes puntos de vista, pensando y formulándose preguntas. La calidad de los aprendizajes dependerá de las características de los procesos de pensamiento. Centrados en los aportes de estas teorías, nos interesan las preguntas que los estudiantes formulan mientras leen textos de Ciencias en una clase de Física.

Específicamente, hay estudios sobre formulación de preguntas en relación con los aprendizajes. Por ejemplo, en el estudio realizado por Graesser y Person (1994) analizaron las preguntas que formulan los estudiantes en ambientes de tutorías y hallaron que el rendimiento del estudiante se correlaciona positivamente con la calidad de sus preguntas. Mazzitelli, Maturano y Macías (2009) obtuvieron resultados similares en ambiente de clase de Ciencias Naturales en el que los estudiantes de mayor rendimiento formularon preguntas más elaboradas que requieren poner

en marcha mecanismos inferenciales. Sin embargo, los de menor rendimiento construyeron preguntas muy ligadas al texto.

Resultan interesantes los estudios realizados en diferentes niveles educativos sobre las preguntas que buscan información para resolver déficits de conocimientos en el contexto educativo. Se destacan estudios sobre preguntas:

- formuladas por estudiantes de escuelas primarias y secundarias que leen textos de Ciencias (Costa, Caldeira, Gallástegui & Otero, 2000; Maturano & Macías, 2001; Otero, Caldeira & Gomes, 2004; Otero, Ishiwa, Caldeira, Macías, Maturano & Sanjosé, 2004; Pedrosa de Jesús, Neri de Souza, Teixeira-Días & Watts, 2001);
- formuladas por estudiantes cuando leen textos de Ciencias y observan imágenes y/o películas (Caldeira, Macías, Maturano, Mendoza & Otero, 2002; Macías & Maturano, 2005);
- intercaladas en los textos y la influencia que tienen sobre la memoria de lectores y su comprensión (Rouet & Vidal-Abarca, 2002).

Así por ejemplo, Costa et al. (2000) analizaron las preguntas formuladas para corregir déficits de conocimiento declarativo, mientras los lectores procesan textos de Ciencias que explican fenómenos naturales. Probaron que los estudiantes son capaces de generar un gran número de preguntas especialmente de antecedente causal.

En general, las investigaciones realizadas revelan que la mayoría de los estudiantes no son activos inquisidores y en el ámbito educacional no se promueve que formulen buenas preguntas. Podemos decir que hacer preguntas no parece ser una tarea fácil para todos los estudiantes.

## 1.2. La formulación de preguntas

Es conveniente que comencemos inquiriendo ¿qué es una pregunta? Para los propósitos de este trabajo, y acompañando a lo expresado por Graesser y Person (1994), cuando se hace una pregunta genuina que busca información, el interrogador carece de información y asume que el que responde se la puede proporcionar. Van der Meij (1994) ha identificado diferentes tipos de preguntas que dependen de la clase de información que busca el que interroga, entre las que podemos destacar: a) no conoce la información que está preguntando, b) cree que hay respuesta, c) quiere conocer la respuesta, d) cree que el interrogado conoce la respuesta, e) cree que el interrogado le dará la respuesta, entre otros. Según Dillon (1988), el enunciado de una pregunta puede producirse en tres etapas:

- 1) ignorancia (reconocimiento de la falta de saber sobre una cuestión), aparición de incertidumbre (perplejidad) y necesidad de conocer;

- 2) pregunta (sentimiento interrogativo, formulación verbal y expresión de la pregunta);
- 3) búsqueda de respuesta (escudriñar, responder, conocer y encontrar significados).

Cuando un sujeto se enfrenta con información anómala, con obstáculos para alcanzar ciertas metas, con incertidumbre y con brechas obvias en el conocimiento, pregunta en busca de la respuesta que salve el inconveniente (Graesser & Person, 1994; Otero & Graesser, 2001). En el caso en que la formulación de preguntas es a partir de la lectura de un texto, podemos distinguir varios componentes de procesamiento que la condicionan: (a) el texto explícito, (b) el conocimiento del mundo que el lector tenga sobre el tema del texto, (c) las habilidades metacognitivas del lector, y (d) el conocimiento del lector acerca de la pragmática de la comunicación (Otero & Graesser, 2001). A estos componentes se agrega el propósito de la lectura que condiciona el modo en que el lector procesa el texto.

Una cuestión importante a tener en cuenta cuando se estudia la formulación de preguntas, se refiere a los diferentes niveles de representación del discurso en la memoria: formulación superficial, base del texto y modelo de la situación (Graesser, Millis & Zwaan, 1997; Kintsch, 1998; van Dijk & Kintsch, 1983). La representación a nivel de formulación superficial preserva las palabras y la sintaxis exacta del texto. La representación del significado en forma proposicional corresponde al segundo nivel de representación: la base del texto. Esta captura el significado del texto explícito en forma de grupos de proposiciones interrelacionadas. Finalmente, el modelo de la situación es una construcción que integra la base del texto y los aspectos relevantes del conocimiento del lector (Kintsch, 1998). La base del texto y el modelo de la situación no se diferenciarían cualitativamente sino cuantitativamente, dependiendo del grado en que se incorporan conocimientos del sujeto (Tapiero & Otero, 2002). No se logra una comprensión profunda del texto hasta que se crea una representación coherente a nivel del modelo de situación (Kintsch, 1998). Consideramos que las preguntas que puede formular un sujeto a partir de la lectura se relacionan directamente con el nivel de representación que ha construido. Analizando las preguntas podremos conocer el nivel de comprensión logrado por el lector, lo que constituye, además, una buena herramienta para detectar dificultades y poder intervenir estratégicamente desde la enseñanza.

### **1.3. Modelo de estudio de la formulación de preguntas**

Atendiendo a lo expresado anteriormente, para el estudio de las preguntas consideramos el modelo PREG de Otero y Graesser (2001) que surge de un estudio de las preguntas generadas después de la lectura de un texto. Una suposición central de este modelo es que las discrepancias cognitivas actúan como disparadoras de preguntas, entendiendo por discrepancias cogni-

tivas al conflicto que surge entre el conocimiento del mundo del lector y la representación del texto. Se analizan las preguntas teniendo en cuenta la representación en los niveles mencionados (superficial, base del texto y modelo de la situación). Diferentes niveles de representación del texto y transiciones entre ellos pueden producir preguntas diferentes. Una de las primeras dificultades es a nivel lexical (desconocimiento del significado de una palabra). Para construir la base del texto, el lector hace preguntas que le ayuden a establecer relaciones entre la información del texto. En el intento por construir el modelo de la situación formula preguntas profundas para lograr un entendimiento del texto y son debidas, generalmente, a discrepancias entre el conocimiento previo y los elementos de la información representada en el texto.

Este trabajo se encuadra en la línea de investigación ya descrita que indaga sobre las preguntas formuladas por estudiantes que leen textos de Ciencias. A diferencia de estudios anteriores, en esta investigación tenemos como objetivo caracterizar el nivel de comprensión que logran los estudiantes cuando leen un texto escolar a partir del estudio de las preguntas que formulan según se limiten a la información presente en el texto (analizada a partir del modelo PREG y del gráfico de estructura conceptual) o incorporen nuevas relaciones o nuevos conocimientos. Para esto planificamos las siguientes acciones metodológicas:

- Predecir las preguntas que podrían formular los estudiantes a partir de la lectura de un texto científico utilizando el modelo PREG y analizar aquellas que surgen del corpus de preguntas formuladas por los estudiantes a la luz de este modelo, comparando con las predicciones.
- Analizar el resto de las preguntas del corpus a la luz del modelo de van Dijk y Kintsch (1983) y caracterizar aquellas preguntas en las que el lector incorpora sus conocimientos previos, al realizar una serie de operaciones mentales que lo llevan a elaborar preguntas derivadas de las ideas presentes en el texto y de los conocimientos que ya posee.

Para esto, en primer lugar, elegimos el texto a utilizar en el trabajo experimental, elaboramos su gráfico de estructura conceptual, predecimos las preguntas que pueden formular los estudiantes a partir de la lectura del texto, seleccionamos la muestra y llevamos a cabo la experiencia. Finalmente analizamos el corpus de pregunta atendiendo las acciones metodológicas antes señaladas.

## 2. Procedimientos para el trabajo experimental de formulación de preguntas

### 2.1. Selección del texto para la investigación y su gráfico de estructura conceptual

El texto elegido es expositivo y se refiere a circuitos eléctricos y a los peligros de la electricidad. Ha sido extraído de un libro de los más utilizados por los alumnos de nivel polimodal (Aristegui, Baredes, Dasso, Delmonte, Fernández & Silva, 1999). El mismo figura en el Cuadro 1.

Como los tomas y las bocas están conectados en paralelo, la corriente que circula por la línea principal aumenta a medida que aumentamos el número de aparatos que están funcionando. Cuando la corriente es excesiva, las líneas se sobrecargan y el calor que se genera puede ser tal que el aislante se funda y se produzca un incendio. Para evitar este sobrecalentamiento, las líneas poseen dispositivos en serie que protegen al circuito: los fusibles de línea (los tapones) y las llaves térmicas.

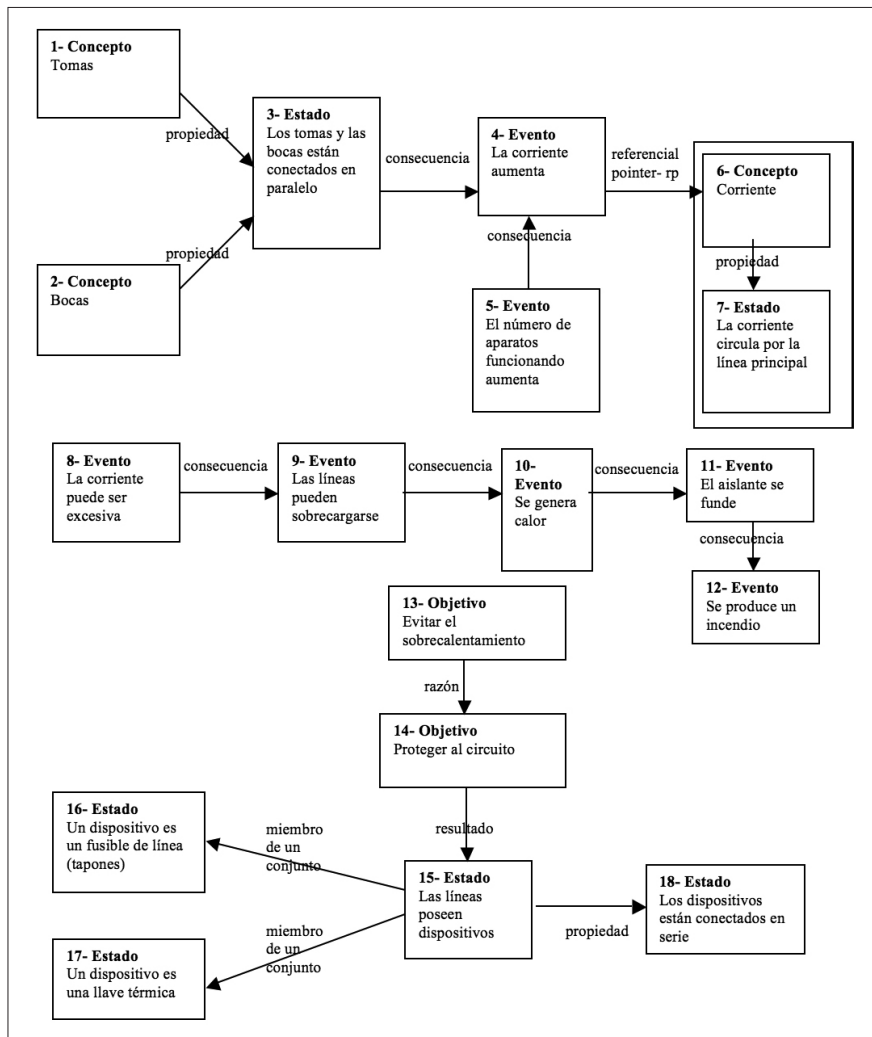
#### Cuadro 1. Texto seleccionado para la experiencia.

El texto presenta una coherencia local y global adecuada. Para su representación utilizamos un gráfico de estructura conceptual (Graesser & Clark, 1985). Este consiste en un sistema integrado por nodos que están interrelacionados por una red de arcos relacionales directos. En general podemos decir que el objetivo del gráfico de estructura conceptual es separar en unidades de ideas básicas a una estructura de conocimiento y especificar cómo estas unidades de ideas se conectan conceptualmente. Los nodos, como unidades básicas, son similares (pero no equivalentes) a una unidad proposicional, según la teoría proposicional de representación del conocimiento (Graesser & Clark, 1985).

Los nodos que se incluyen en el gráfico de estructura conceptual pueden ser estados, objetivos, eventos, entre otros y los arcos están direccionados y pueden corresponder a relaciones como 'ser', 'implica', 'propiedad', 'razón', etc. Un gráfico de estructura conceptual mapea las cadenas causales, las jerarquías en los objetivos, las jerarquías taxonómicas, la composición espacial y las propiedades del conocimiento del campo bajo consideración (Otero & Graesser, 2001). Las categorías de nodos y arcos son funcionalmente adecuadas para implementar modelos de formulación de preguntas y respuestas que han sido puestos a prueba experimentalmente (Graesser, Olde, Pomeroy, Whitten, Lu & Craig, 2005).

Así por ejemplo, el gráfico de estructura conceptual del texto seleccionado para este estudio presenta una secuencia de eventos que se relacionan por mecanismos causales y los arcos, en su mayoría, son de consecuencia. En el caso de un estado que modifica a otro estado, el arco relacional es de propiedad.

Este gráfico nos sirve de referencia para predecir las preguntas que pueden formular los estudiantes después de leer el texto. El gráfico de estructura conceptual del texto seleccionado figura en el Cuadro 2.



Cuadro 2. Gráfico de estructura conceptual del texto seleccionado.



## 2.2. Predicción de las preguntas que pueden formular los estudiantes a partir de la lectura del texto seleccionado

La metodología seguida para la predicción de las preguntas que pueden formular los estudiantes responde a la presentada en el modelo PREG (Otero & Graesser, 2001). La organización de la información del texto en el gráfico de estructura conceptual nos hace posible diferenciar, según PREG, las preguntas que están referidas a palabras, nodos (enunciados) y vínculos entre nodos. Cada tipo de pregunta puede corresponder a diferentes niveles de representación de acuerdo al modelo de van Dijk y Kintsch (1983), según lo explicitamos en el Cuadro 3.

Aspecto clave para la formulación de la pregunta	Modelo PREG	Modelo van Dijk y Kintsch
Palabra desconocida Referente desconocido o ambiguo	Pregunta a nivel de palabra	Pregunta situada en una transición de formulación superficial a base del texto
Nodo incomprensible Nodo discrepante	Pregunta a nivel de nodo (enunciado)	Pregunta situada en una transición de base del texto a modelo de la situación
Vínculo incomprensible Vínculo discrepante	Pregunta a nivel de vínculo entre nodos	
Conflicto entre la información del texto y los conocimientos previos	Imposibilidad de predecir	Pregunta que intenta la construcción del modelo de la situación

**Cuadro 3.** Vinculación entre los modelos PREG (Otero & Graesser, 2001) y de van Dijk y Kintsch (van Dijk & Kintsch, 1983).

Cuando se produce un déficit de conocimiento, el lector puede formular preguntas. Si le resulta difícil lograr el paso desde la formulación superficial al nivel de base del texto, pregunta porque tiene dificultad con el significado de palabras que aparecen directamente en el texto. El desconocimiento de palabras que aparecen en los nodos del texto es un problema a nivel lexical (Baker, 1994) y el lector pregunta: ¿Qué significa X? ¿Cuál X? ¿Qué X? donde X, en este caso, puede ser: toma, boca, paralelo, corriente, línea, calor, aislante, sobrecalentamiento, circuito, dispositivo, fusible, tapones, llave térmica o serie. También podrían darse en esta misma categoría preguntas que indaguen sobre el significado de más de una de estas palabras.

Las preguntas que se generan cuando el lector construye una representación del texto a nivel de la base del texto o en una transición entre este último nivel y el modelo de la situación, son

de diferente tipo. Estas preguntas pueden estar referidas a nodos o a arcos relacionales. Las primeras toman la forma: ¿Qué quiere decir Y? ¿Cómo Y? ¿Por qué Y?, donde Y representa un nodo. En los ejemplos que a continuación presentamos, referidos a las predicciones de preguntas, los números indicados entre paréntesis, corresponden a los nodos del gráfico de estructura conceptual del texto (Cuadro 2):

**Nodo estado:** ¿Qué quiere decir que los tomas y las bocas están conectados en paralelo? ¿Cómo los tomas y las bocas están conectados en paralelo? ¿Por qué los tomas y las bocas están conectados en paralelo? (3)

**Nodo evento:** ¿Qué quiere decir que la corriente puede ser excesiva? ¿Cómo la corriente puede ser excesiva? ¿Por qué la corriente puede ser excesiva? (8)

**Nodo objetivo:** ¿Qué quiere decir evitar el sobrecalentamiento? ¿Cómo evitar el sobrecalentamiento? ¿Por qué hay que evitar el sobrecalentamiento? ¿Para qué hay que evitar el sobrecalentamiento? (13)

También el lector al preguntar por un vínculo, lo hace generalmente, cuando es incapaz de lograr el paso desde la base del texto a la representación del modelo de la situación. Algunos de los ejemplos de preguntas sobre arcos relacionales son los siguientes:

**Arcos relacionales de consecuencia:** corresponden a preguntas del tipo ¿Cómo X R Y? ¿Por qué X R Y? donde X e Y son nodos y R es un vínculo relacional. Esperamos que puedan preguntar: ¿Cómo se genera calor si las líneas se sobrecargan? ¿Por qué se genera calor si las líneas se sobrecargan? (9-10)

**Arcos relacionales de razón:** en esta categoría encontramos preguntas como: ¿Por qué si se quiere lograr Y hay que hacer X? Por ejemplo: Para evitar el sobrecalentamiento ¿cómo se protege el circuito? ¿Por qué si se quiere proteger al circuito hay que evitar el sobrecalentamiento? (13-14)

**Arcos relacionales de resultado:** las preguntas pueden ser: ¿Por qué si se quiere lograr X hay que hacer Y? Por ejemplo: ¿Por qué si se quiere proteger al circuito las líneas poseen dispositivos? (14-15)

Algunas preguntas no son predichas por el modelo utilizado porque incorporan conocimientos previos del lector u otro tipo de relaciones diferentes a las mencionadas.

### 2.3. Selección de la muestra

Para obtener un corpus de preguntas formuladas por estudiantes seleccionamos dos cursos

de una escuela pública ubicada en la zona periférica de la ciudad de San Juan (Argentina). Designaremos los cursos de la siguiente manera:

- Grupo A: Cuarto Año de Secundario; N= 32; edad promedio: 15,2 años
- Grupo B: Quinto Año de Secundario; N= 33; edad promedio: 16,5 años

Los estudiantes realizaron las actividades propuestas en forma escrita e individual.

#### **2.4. Procedimiento**

La investigación se ha llevado a cabo sin enseñanza previa acerca de cómo formular preguntas. Se dio la siguiente instrucción: “debes leer atentamente el texto corto que te presentamos tratando de comprenderlo. Escribe a continuación todas las preguntas que se te hayan ocurrido mientras has leído el texto”. En ambos grupos, la actividad se concretó en clase de Física al poco tiempo de haber abordado contenidos básicos relacionados con los circuitos eléctricos, según los contenidos mínimos establecidos para el nivel secundario. Estas clases se desarrollaron durante cuatro módulos de 80 minutos. La duración de la prueba fue de aproximadamente 45 minutos y estuvo a cargo del profesor del curso al que se le dieron las indicaciones necesarias para coordinar la tarea encomendada. Los estudiantes fueron informados previamente por el profesor acerca de su participación en esta experiencia.

### **3. Resultados y discusión**

#### **3.1. Corpus de preguntas**

La cantidad de preguntas generadas por los 65 estudiantes fue de 180, en total. En promedio, los estudiantes formularon aproximadamente 3 preguntas por alumno. Este valor, comparado con otros estudios, es similar al obtenido por Macías (2003) y Costa et al. (2000).

#### **3.2. Preguntas predichas por el modelo PREG**

Nos interesa analizar las preguntas formuladas por los alumnos según estas hayan sido predichas o no, de acuerdo al modelo PREG. Un análisis cuidadoso de cada una de ellas nos permite afirmar que el modelo logra predecir un 35% del corpus de preguntas, mientras que las restantes necesitan de algún recurso fuera del modelo que explique su mecanismo de generación.

Para referenciar las preguntas formuladas por los estudiantes las indicamos con una letra que identifica al grupo y el número asignado al estudiante.

En el Cuadro 4 presentamos un análisis de las preguntas del corpus que responden a las predicciones realizadas desde el modelo PREG, incluyendo algunos ejemplos. Nos ha permitido identificar qué palabras, nodos (enunciados) y vínculos eran factibles de presentar déficit de conocimiento e incompreensión para los alumnos después de la lectura del texto. Estas preguntas buscan información sobre palabras de significado desconocido, especificaciones sobre algunos nodos (evento o estado) o sobre arcos relacionales que vinculan la información en el gráfico de estructura conceptual.

Preguntas predichas del corpus	Porcentaje para cada categoría del total de preguntas predichas	Ejemplos
Preguntas sobre palabras con significado desconocido	55%	¿Qué son las bocas? (A-3)
Preguntas sobre nodos estado	23% (Nodo 3)	¿Por qué los tomas y las bocas están conectadas en paralelo? (B-30)
	14% (Nodo 17)	¿Cómo son las llaves térmicas? (B-19)
Preguntas sobre nodos evento	4% (Nodo 9)	¿Cuándo se sobrecargan las líneas de una casa? (A-1)
Preguntas sobre arcos	4% (Arco 11 - 12)	¿Cuándo se va a producir un incendio? (A-17)

**Cuadro 4.** Preguntas de los estudiantes predichas por el modelo.

Los estudiantes no formularon preguntas sobre todas las palabras, nodos o arcos presentes en el gráfico de estructura conceptual, sino solo sobre aquellos que se indican en el Cuadro 4. Notamos que el desconocimiento de palabras está limitado a unos pocos términos técnicos.

### 3.3. Preguntas no predichas por el modelo

Si bien hemos logrado predecir, a partir del modelo PREG, un porcentaje de las preguntas formuladas en las pruebas, las restantes corresponden a las relaciones efectuadas por el lector entre nodos no vinculados en el gráfico de estructura conceptual o cuando encuentra discrepancias entre el texto y los conocimientos que posee.

Las preguntas que el modelo no logra predecir a partir de los nodos y relaciones directas entre nodos del gráfico de estructura conceptual, pueden clasificarse en dos categorías:

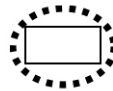
**Categoría I:** El sujeto vincula información del texto que no está directamente relacionada en el gráfico de estructura conceptual.

**Categoría II:** El sujeto vincula información del texto con sus conocimientos previos.

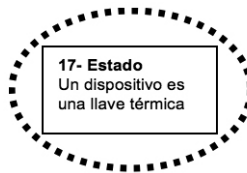
Analizaremos cada una de ellas por separado, explicitando ejemplos representativos e indicando los porcentajes de preguntas obtenidos que están calculados en función del total de preguntas del corpus. En algunos casos presentamos diagramas que muestran sectores del gráfico de estructura conceptual y la pregunta correspondiente (con línea punteada) indicando las nuevas relaciones cuestionadas por cada sujeto.

3.3.1. Categoría I (23,5%): El sujeto vincula información del texto que no está directamente relacionada en el gráfico de estructura conceptual.

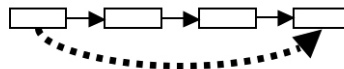
Categoría I.1. El sujeto pregunta sobre las características (utilidad, función, origen, etc.) de algún concepto o miembro de un conjunto presentado en el texto (6%).



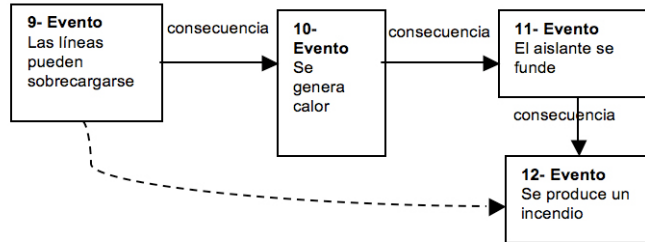
Ejemplo: ¿Para qué sirven las llaves térmicas? (A-5).



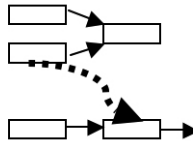
Categoría I.2. El sujeto realiza un 'salto' en una cadena causal larga del gráfico (1,5%).



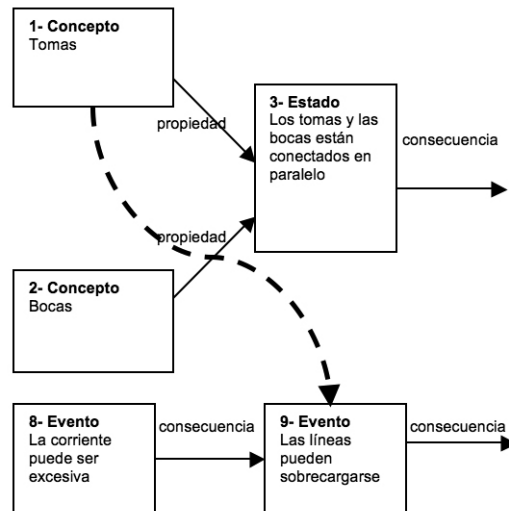
Ejemplo: ¿Por qué se sobrecargan las líneas y se producen incendios? (B-1) vinculando los nodos 9 y 12.



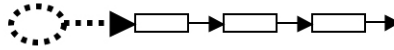
Categoría I.3. El sujeto cuestiona la relación entre dos nodos no relacionados en forma directa en el gráfico (5%).



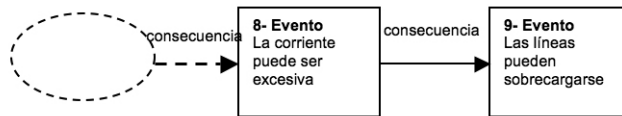
Ejemplo: ¿Cómo se relacionan las 'líneas' con los tomas de corriente de nuestros hogares? (B-28).



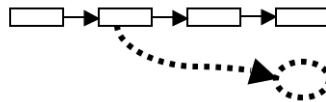
Categoría I.4. El sujeto pregunta buscando un evento que sea antecedente causal del primer eslabón de una cadena causal (1,5%).



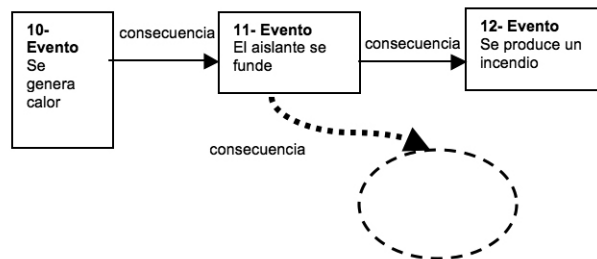
Ejemplo: ¿A qué se deben las cargas excesivas de corriente? (B-14).



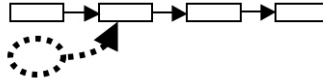
Categoría I.5. El sujeto pregunta por un posible evento que sea consecuencia causal (además del mencionado en el texto) equivalente al último eslabón de la cadena causal (1,5%).



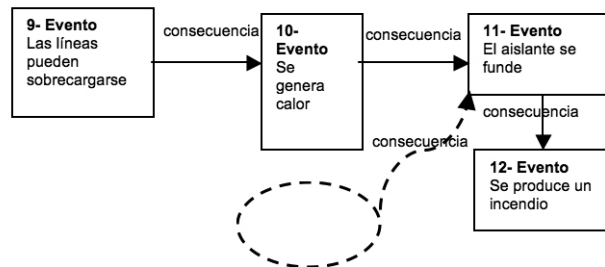
Ejemplo: Cuando el aislante que separa los cables de un circuito se funde, ¿podrá el neutro entrar en contacto con el vivo? (B-9).



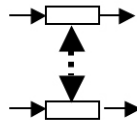
Categoría I.6. El sujeto pregunta buscando un evento que sea antecedente causal equivalente a otro eslabón de la cadena causal (además del mencionado en el texto) (1,5%).



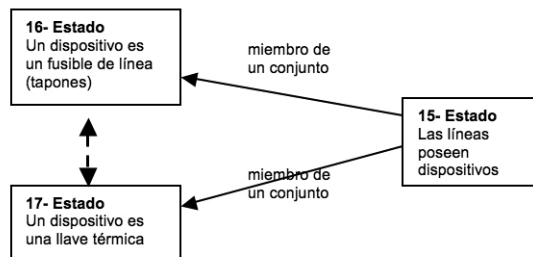
Ejemplo: ¿Cómo puede fundirse el aislante que separa a los cables aparte de la forma que el calor generado por la corriente excesiva produzca este hecho? (B-29).



Categoría I.7. El sujeto compara dos conceptos o miembros de un conjunto presentados en el texto (6,5%).



Ejemplo: ¿Qué diferencia hay entre tapones y llaves térmicas? (A-8).





Es evidente que este tipo de preguntas son posibles de predecir siempre que se establezcan todas las relaciones entre los nodos del gráfico de estructura conceptual, incluyendo los antecedentes y consecuentes de los eslabones de las cadenas causales.

3.3.2. Categoría II (41,5%): El sujeto vincula información del texto con sus conocimientos previos. Para mostrar el análisis de las preguntas incluidas en esta categoría hemos elaborado el Cuadro 5.

Tipo de preguntas formuladas	Ejemplo	%
II.1. El sujeto elabora un nuevo concepto y cuestiona sobre su definición.	¿Qué son las bocas de corriente? (A-10)	3
II.2. El sujeto elabora un nuevo concepto y cuestiona sobre su antecedente causal.	¿Por qué se produce una sobrecarga de corriente? (B-4)	1,5
II.3. El sujeto modifica un evento presentado en el texto y pregunta por el antecedente causal de la nueva formulación del nodo.	¿Por qué motivo se desgasta el aislante? (B-11)	1,5
II.4. El sujeto modifica un evento presentado en el texto y pregunta por la consecuencia causal de la nueva formulación del nodo.	¿Qué pasa cuando un aislante que separa los cables de un circuito se desgasta? (B-33)	1,5
II.5. El sujeto pregunta sobre las acciones y/o procedimientos que le permitirán alcanzar una meta, incluyendo en algunos casos relaciones causales.	¿Existe algún dispositivo para evitar la sobrecarga de las líneas? (B-1)	6,5
II.6. El sujeto niega un estado presentado en el texto y cuestiona sobre la consecuencia causal de este hecho.	¿Qué pasaría si no nos protege ningún dispositivo? (A-19)	5
II.7. El sujeto pregunta sobre la relación causal entre uno o más nodos del gráfico y hechos de la vida cotidiana.	¿Por qué al sobrecargarse de energía saltan los tapones? (B-30)	8
II.8. El sujeto pregunta sobre las características (utilidad, función, origen, cantidad, etc.) de conceptos o miembros de un conjunto del texto relacionando con ideas incorporadas desde sus conocimientos previos.	Después de un aumento excesivo de la corriente, ¿se puede seguir utilizando la misma llave térmica o hay que cambiarla como los fusibles? (B-28)	6,5
II.9. El sujeto formula preguntas que, si bien se relacionan con el tema general del texto, no pueden ser predichas ni relacionadas con el gráfico de estructura conceptual a partir de los elementos disponibles en esta prueba.	¿Por qué cuando yo apago todos los electrodomésticos el medidor sigue andando? (B-24)	8

**Cuadro 5.** Preguntas en las que el sujeto vincula información del texto con sus conocimientos previos.

Los sujetos formulan preguntas que el modelo PREG no predice porque se limita al estudio sobre el gráfico de estructura conceptual y las vinculaciones lineales entre nodos. El Cuadro 5 muestra preguntas en las que el lector, por ejemplo, hace reparaciones donde ignora datos del texto, los rechaza o los excluye. También encontramos preguntas que indican que el lector está chequeando cuestiones que no están directamente en el texto, asociando con sus conocimientos para construir el modelo de la situación. Es así que, tanto las características del lector como el conocimiento que posee, pueden influir en la creación de un modelo de la situación (Tapiero & Otero, 2002).

Si analizamos en detalle los elementos del texto que podrían causar dificultades en la comprensión, notamos que están dados básicamente por características de objetos, procesos y relaciones causales. Los estudiantes han sido capaces de hacer preguntas vinculadas con objetos y procesos que pudieron incluir en su modelo de la situación.

**Preguntas sobre objetos:** si preguntan sobre objetos formulan en términos de ‘¿Qué...?’ o ‘¿Cómo es...?’ donde el lector hace uso deliberado del propio conocimiento. Por ejemplo, hemos encontrado preguntas como: ¿De qué están hechos los tapones? (A-11).

**Preguntas sobre procesos:** cuando quieren conocer procesos generan preguntas en términos de ‘¿Cómo...’, ‘¿Qué...?’, ‘¿Cuál...?’. Así el estudiante B-5 pregunta: ¿Cómo funcionan las llaves térmicas?, que requiere una respuesta sencilla sobre el proceso de funcionamiento de este dispositivo. En otros casos requieren más información como B-15 que pregunta: ¿Qué pasa cuando la corriente no es excesiva y saltan los tapones? Notamos que cuando un lector no encuentra una justificación para los procesos incluidos en una representación, pregunta por qué los procesos son como son, concretando así sus inquietudes acerca de las relaciones más significativas entre los elementos del texto y sus conocimientos previos.

**Preguntas sobre relaciones causales:** las investigaciones sobre comprensión de textos ha puesto de manifiesto la importancia de las relaciones causales (Caldeira et al., 2002; Macías & Maturano, 2005; Otero & Graesser, 2001) y se ha encontrado que las preguntas de este tipo son las que más formulan los estudiantes. Encontramos preguntas de este tipo tanto en las preguntas predichas como en las que incorporan los conocimientos previos. En el primer caso se cuestiona, por ejemplo, ¿Por qué es preferible reemplazar a los tapones por llaves térmicas? (B-12) y en el segundo caso encontramos algunas preguntas más elaboradas como: ¿Por qué cuando hay mucho consumo de corriente (está encendido el lavarropas, microondas y arranca la heladera) se corta la luz? (B-6).

Destacamos que los resultados obtenidos no muestran dependencia significativa entre el tipo de preguntas formuladas y la edad de los estudiantes de esta investigación, cuya diferencia

es de poco más de un año en promedio. La tendencia a formular preguntas causales es común para ambos grupos.

## CONCLUSIONES

Esta investigación nos ha permitido determinar que a pesar de que los estudiantes formulan un número destacado de preguntas sobre la base del texto, hay otras que están vinculadas con el modelo de la situación, es decir, que incorporan mucho de sus conocimientos previos. Un estudio posterior implicaría poder establecer qué tipo de estas preguntas se pueden predecir o al menos establecer criterios para futuras investigaciones.

En esta investigación, en la cual hemos utilizado un texto referido a un tema conocido para los sujetos de la muestra, las predicciones obtenidas a partir del modelo PREG son inferiores a las encontradas en otros estudios, donde se usaron textos sobre cuestiones menos familiares para los lectores (Otero & Graesser, 2001; Macías, 2003). Esto implicaría que el grado de conocimiento de los sujetos sobre el tema del texto condiciona la formulación de preguntas y, en consecuencia, las predicciones del modelo.

En general, los estudiantes, según sus propósitos en la lectura y los obstáculos que encuentren en la misma, quieren saber características de los objetos y los procesos y las relaciones que hay entre ellos, especialmente las causales. De estas últimas, el número es similar al obtenido por Otero, Caldeira y Gomes (2004), quienes encontraron que los estudiantes formulan una mayoría de preguntas de antecedente causal cuando tratan de entender textos científicos que describen fenómenos naturales. El rol de las relaciones causales es importante en este tipo de textos. Algunas de estas relaciones figuran explícitamente en la base del texto utilizado en esta experiencia y otras responden a la necesidad del lector de conocer, tanto antecedentes como consecuencias causales de eventos del texto, asociados con sus conocimientos previos.

El hecho de que el modelo PREG haya podido explicar solo el 35% de las preguntas del corpus puede parecer una debilidad del modelo. Sin embargo, consideramos que el procedimiento utilizado para el análisis (que incluye la elaboración del gráfico de estructura conceptual) nos ha permitido en cierta medida justificar la formulación de las preguntas encuadradas en la Categoría I. En estas el sujeto busca otras relaciones (no explícitas) entre las ideas del texto (23,5%). En definitiva, ha sido posible fundamentar, en función de ambos enfoques, el 58,5% de las preguntas formuladas en las que los sujetos no incluyen otras ideas provenientes de sus conocimientos previos. Este porcentaje es significativo ya que representa la mayoría de las preguntas del corpus.

Así, el estudio de las preguntas que formulan los estudiantes desde el marco que provee el modelo PREG muestra que este es capaz de dar cuenta de aproximadamente un tercio de las preguntas formuladas por los estudiantes, siempre que se respete la linealidad de las relaciones entre nodos. Otro número destacado de preguntas puede predecirse a partir de una ampliación de las relaciones entre nodos incluyendo una mayor cantidad y variedad de relaciones entre los elementos que figuran en el gráfico de estructura conceptual.

Las vinculaciones con los conocimientos previos son mucho más difíciles de predecir y la complejidad de las mismas estaría en estrecha vinculación con el conocimiento de cada lector sobre el tema del texto, sus expectativas, sus intereses personales, entre otros factores.

El análisis realizado nos permite caracterizar el nivel de comprensión que logran los estudiantes cuando leen un texto escolar a partir del estudio de las preguntas que formulan. Aquellas preguntas predichas por PREG y las de la Categoría I corresponden a una representación a nivel de base del texto mostrando distintas formas del manejo de la información textual, a partir de las cuales hemos podido analizar cómo los estudiantes establecen vinculaciones entre los nodos. Por otra parte, aquellos que logran relacionar con los conocimientos previos formulando preguntas de la Categoría II, concretan una representación a nivel de modelo de la situación donde apreciamos vinculaciones con el texto que hemos podido analizar en esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristegui, R., Baredes, O., Dasso, J., Delmonte, J., Fernández, D. & Silva, A. (1999). *Física I*. Buenos Aires: Santillana Polimodal.
- Baker, L. (1994). Metacognición, lectura y educación científica. En C. Minnick Santa & D. Alvermann (Comp.), *Una didáctica de las Ciencias: Procesos y aplicaciones* (pp. 21-44). Buenos Aires: Aique.
- Caldeira, M., Macías, A., Maturano, C., Mendoza, A. & Otero, J. (2002). *Incomprehension and question-asking on natural phenomena described in texts or presented in films*. Ponencia presentada en the 2002 Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, Estados Unidos.
- Costa, J., Caldeira, M., Gallástegui, J. & Otero, J. (2000). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 602-614.
- Dillon, J. (1988). *Questioning and teaching: A manual of practice*. New York: Teachers College Press.
- Graesser, A. & Clark, L. (1985). *Structures and procedures of implicit knowledge*. Norwood, N.J.: Ablex Pub. Co.

- Graesser, A. & Person, N. (1994). Question asking during tutoring. *American Educational Research Journal*, 31(1), 104-137.
- Graesser, A., Millis, K. & Zwaan, R. (1997). Discourse comprehension. *Annual Review of Psychology*, 48, 163-189.
- Graesser, A., Olde, B., Pomeroy, V., Whitten, S., Lu, S. & Craig, S. (2005). Inferencias y preguntas en la comprensión de textos científicos. *Tarbiya*, 36, 103-128.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Macías, A. (2003). *Las preguntas como estrategia didáctica en la comprensión de textos de Física*. Tesis de Maestría Universidad Nacional de San Luis, Argentina.
- Macías, A. & Maturano, C. (2005). *Las representaciones mentales de los estudiantes a partir de un texto y de una ilustración referidas a un mismo fenómeno físico*. Ponencia presentada en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, España.
- Maturano, C. & Macías, A. (2001). *Formulación de preguntas por los alumnos a partir de la lectura de un texto de Física*. Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XX, Barcelona, España.
- Mazzitelli, C., Maturano, C. & Macías, A. (2009). Análisis de las preguntas que formulan los alumnos a partir de la lectura de un texto de Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 45-57.
- Otero, J. & Graesser, A. (2001). PREG: Elements of a model of question asking. *Cognition and Instruction*, 19, 143-175.
- Otero, J., Caldeira, M. & Gomes, C. (2004). The influence of the length of causal chains on question asking and on the comprehensibility of scientific texts. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 50-62.
- Otero, J., Ishiwa, K., Caldeira, M., Macías, A., Maturano, C. & Sanjosé, V. (2004). *Question asking and question generation on scientific texts*. Ponencia presentada en el 1st International Seminar on Research on Questioning, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Pedrosa De Jesús, H., Neri De Souza, F., Teixeira-Dias, J. & Watts, M. (2001). *Questioning in chemistry at the university*. Ponencia presentada en the 6th European Conference on Research in Chemical Education, Universidade De Aveiro, Portugal.
- Rouet, J. & Vidal-Abarca, E. (2002). "Mining for meaning": Cognitive effects of inserted questions in learning from scientific text. En J. Otero, J. León & A. Graesser (Eds.), *The psychology of science text comprehension* (pp. 417-436). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Tapiero, I. & Otero, J. (2002). Situation models as retrieval structures: Effects on the global coherence of science texts. En J. Otero, J. León & A. Graesser (Eds.), *The psychology of science text comprehension* (pp. 179-198). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Van Der Meij, H. (1994). Student questioning: A componential analysis. *Learning and Individual Differences*, 6, 137-161.
- van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension* New York: Academic Press.