



## Indicadores del proceso de control de la propia comprensión durante la lectura de textos de ciencias

Juan José Calvo Valiente<sup>1</sup>, Ángela Gómez López<sup>1</sup>, Juan José Fernández Rivera<sup>2</sup>,  
Vicente Sanjosé López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultat de Magisteri, Universitat de València, Valencia (España)

<sup>2</sup>Universitat Jaume I de Castellón, Castellón (España)

[Recibido el 26 de octubre de 2018, aceptado el 7 de febrero de 2019]

El objetivo de este trabajo es analizar las acciones de control y regulación de la comprensión durante la lectura de textos de ciencias. A una muestra de estudiantes de Magisterio se propuso la tarea de juzgar la comprensibilidad de textos en los que se insertaron incoherencias deliberadas que afectaban la relación entre ideas importantes. En un ordenador, de forma individual y usando el software "Read & Answer" se registraron las acciones de los sujetos durante realización de la tarea. A partir de modelos teóricos, se definieron indicadores observables asociados con los procesos de control y regulación metacognitiva de la comprensión. Estos indicadores de proceso discriminaron de forma efectiva entre buen o mal resultado en la tarea.

**Palabras clave.** Didáctica de las Ciencias Experimentales; Metacognición; Estrategias de comprensión lectora; Indicadores de proceso; Maestros en formación

## Process indicators of comprehension monitoring when reading science texts

This paper aims at analysing comprehension monitoring actions of university students from a teachers training faculty when reading science texts. The task consisted in evaluating text comprehensibility. Mistakes affecting coherence among main ideas were deliberately embedded in the texts. In a computer, students individually performed the tasks with the software "Read & Answer". Subjects' actions were registered during the development of the task. Following theoretical models of text comprehension, and of metacognitive self-regulation, indicators were defined related to the processes of comprehension monitoring and self-regulation. These indicators discriminated effectively between good and bad outcomes.

**Keywords.** Science Education; Metacognition; Reading comprehension skills; Process indicators; Pre-service teachers

## Introducción

Uno de los supuestos constructivistas en educación es que aquello que sucede dentro de la mente del aprendiz tiene una importancia capital en la comprensión (Fensham, Gunstone y White, 2013). Conocer más sobre los procesos cognitivos, metacognitivos y emocionales de los estudiantes cuando se enfrentan a tareas de aprendizaje facilitaría mucho la elaboración de propuestas instruccionales eficaces, mejor adaptadas a sus diferencias individuales. Sin embargo, el estado actual del conocimiento sobre la mente y las herramientas disponibles hacen difícil el acceso directo a dichos procesos. La mayoría de las veces únicamente se conocen los productos de las tareas, y los procesos se intentan inferir a partir de ellos. Este modo de inferir el proceso a partir del producto es sumamente impreciso y ello hace difícil contrastar los modelos de la mente que los investigadores han ido elaborando a lo largo del tiempo. Ello permite la profusión de propuestas que, en ocasiones, divergen mucho entre sí, lo cual puede disuadir a los profesionales de aula de considerar fiables los conocimientos que la investigación didáctica elabora.

En el caso de las ciencias experimentales el desarrollo de la capacidad de comprensión y de razonamiento, y de las estrategias asociadas, es fundamental. La comprensión y el razonamiento implican procesos de la mente que se debería poder educar. Por eso, la creación y validación de herramientas que permitan aproximarse a los procesos mentales de los estudiantes, y no únicamente a los productos de las tareas de aprendizaje, es un objetivo de gran interés didáctico.

Una de esas estrategias importantes para la comprensión adecuada de la ciencia escolar es el control metacognitivo de la propia comprensión. La importancia para el éxito académico de las estrategias metacognitivas ha sido puesta de manifiesto en varias ocasiones (Wang, Haertel y Walberg, 1993; Dignath y Büttner, 2008) mostrando ser buenas predictoras del aprendizaje (Veenman, Wilhelm y Beishuizen, 2004; Krasiejko, 2010).

Las personas con un buen desarrollo de estrategias metacognitivas pueden monitorizar internamente su propio proceso de aprendizaje y disponen de los medios necesarios para detectar y superar los obstáculos de comprensión que pueden surgir durante la lectura (Kolić-Vehovec y Bajšanski, 2007; Alexander y Jetton, 2000). Un desarrollo insuficiente del control de la propia comprensión podría ser uno de los factores que favorecen la permanencia de errores conceptuales en ciencias en la población culta no especializada (Sanjosé, Fernández y Vidal-Abarca, 2010).

La lectura comprensiva de textos es una de las diversas tareas realizadas para aprender ciencias, especialmente en niveles académicos avanzados en donde, además, esa lectura se realiza frecuentemente de un modo “no-supervisado” por el profesorado. En esta situación, la capacidad para detectar obstáculos de comprensión, y de gestionar recursos para superarlos, es imprescindible para un aprendizaje profundo de la ciencia. Obtener evidencias de cuáles son los obstáculos de comprensión que cada aprendiz encuentra en la lectura (indicadores de proceso), y qué medios utiliza para superarlos, permitiría al docente diseñar y ajustar mejor sus estrategias docentes para trabajar la comprensión de textos. Para ello se requieren herramientas que permitan obtener datos de tal proceso. Una de esas herramientas es el software llamado Read & Answer por sus creadores (Cerdán, Vidal-Abarca, Salmerón, Martínez y Gilabert, 2009) y permite obtener información de las acciones, secuencias y tiempos empleados por un aprendiz en una tarea que implique la lectura de una información mostrada en la pantalla de un ordenador, por ejemplo, un texto de ciencias.

Los textos de ciencias, cuyo carácter es normalmente expositivo, suelen explicar fenómenos naturales cuya comprensión requiere el manejo de un conjunto de premisas inte-

rrelacionadas de forma coherente, que se expresan en términos de la vida diaria, pero también en términos abstractos (conceptos específicos, fenómenos, leyes, principios). La comprensión de esa interrelación implica el establecimiento de coherencia global en el texto: el lector debe interconectar en su mente el significado de las ideas principales y asegurar que no existen contradicciones entre ellas ni con su conocimiento previo. Si no lo consigue, es de esperar que aparezcan obstáculos de comprensión, o simplemente mala comprensión.

## Objetivo

El presente trabajo tiene como principal objetivo la elaboración y validación de “indicadores de proceso” que permitan identificar formas de procesar un texto de ciencias (proceso) para intentar predecir el resultado (producto) de una tarea asociada con el procesamiento de la información del texto. Esta asociación entre proceso y producto permitiría a los profesionales actuar sobre las “etapas del camino”, antes que sus estudiantes lleguen a metas indeseadas.

En particular, nuestro trabajo se centra en los procesos de control metacognitivo de la comprensión de ideas importantes expuestas en textos de ciencia elemental.

## Modelo Teórico

En el control de la propia comprensión se implican al menos dos procesos idiosincráticos: a) la consciencia del lector del grado en que ha entendido el texto (permite la detección de obstáculos de comprensión); b) las decisiones tomadas por el lector al respecto. Nelson y Narens (1990) llamaron a estos dos procesos “vigilancia” (evaluación de la comprensión) y “control” (regulación de la comprensión).

El control de la propia comprensión durante la lectura de un texto implica el concepto de comprensión. Según Kintsch (1998) y Kintsch y van Dijk (1978), comprender un texto implica elaborar representaciones mentales que recojan algo más que la literalidad de las palabras usadas (Sánchez-Miguel y García-Rodicio, 2014; Saux, Irrazabal y Burin, 2014). El lector debe primero dar significado al código elaborando “proposiciones” o “unidades de significado” a partir de las palabras y la gramática, y luego conectar esas proposiciones de forma coherente.

Además, la comprensión de un texto ha de realizarse en diferentes etapas de procesamiento, debido a la limitación en la capacidad de la memoria de trabajo que es consubstancial a los humanos (Cowan, 2005; Daneman y Merikle, 1996). Por tanto, un texto se procesa en “ciclos”, y en cada uno de ellos apenas un segmento del texto puede entrar en la memoria de trabajo. El resultado de cada ciclo es un conjunto pequeño de proposiciones interconectadas y “activadas” (un término procedente de los modelos conexionistas relacionado con el grado de consciencia del lector y con la probabilidad de su recuerdo posterior). Además, cada segmento de información debe ser conectado con otros segmentos del texto para establecer coherencia. Para que dos segmentos de información puedan conectarse entre sí, algún ciclo de procesamiento debe contener proposiciones de ambos, ya que las conexiones solo se crean en la memoria de trabajo.

El lector debe establecer coherencia local, ligando entre sí ideas adyacentes, y coherencia global extrayendo ideas principales o resumen, y luego conectándolas entre sí, pero también ha de establecer coherencia entre las ideas del texto y las ideas que constituyen su conocimiento previo, tanto especializado como genérico sobre el mundo (Sanjosé, Vidal-Abarca y Padilla, 2006).

Otero y Kintsch, (1992) y Vosniadou, Pearson y Rogers, (1988) tomaron este modelo cognitivo de comprensión para proponer un modelo de control metacognitivo que permita al lector detectar una inconsistencia o incompatibilidad entre dos ideas del texto o del texto y del conocimiento previo (producto del proceso de vigilancia). Para ello es necesario que el lector: a) construya cada una de las proposiciones inconsistentes en su mente durante la lectura; b) las procese simultáneamente en la memoria de trabajo (en el mismo ciclo de procesamiento; c) ambas proposiciones resulten con activación suficiente al final de ese ciclo de procesamiento como para permitir al sujeto hacerse consciente de su mutua incompatibilidad. Si una o ambas proposiciones son desactivadas por efecto de su relación mutua y con otras proposiciones, el lector podría no ser consciente de la inconsistencia (Otero y Kintsch, 1992).

Como esto es inobservable directamente, se requieren otras evidencias de que, en efecto el lector es consciente de que “algo no está bien”. En el diseño experimental es necesario que la tarea propuesta impida al lector soslayar la inconsistencia una vez detectada, y que necesite discriminar entre las ideas implicadas en ella y el resto de ideas no problemáticas del texto. La tarea que se propuso a los sujetos participantes (ver apartado 2.2 a continuación), atendió esta necesidad. La discriminación entre ideas implicadas en la inconsistencia (ideas “diana” en adelante) y el resto de ideas no problemáticas podría manifestarse de varias formas: d1) mediante un aumento significativo del tiempo de procesamiento (es decir, un descenso en la velocidad lectora) de las ideas diana, un efecto de retardo (“delay”) que ha sido observado cuando un lector detecta información incompatible, errónea o falsa (van der Schoot, Reijntjes y van Leshout, 2012); d2) por un aumento del número de visitas para (re)procesar las ideas diana en comparación con el resto; d3) por un aumento del tiempo acumulado en el procesamiento de las ideas diana, en comparación con el resto.

Nótese que en el modelo anterior no es relevante la secuencia de lectura de cada lector, sino la presencia o ausencia de acciones específicas de procesamiento de la información. Esas acciones específicas que se han recogido en los puntos (a) a (d) permiten la operativización de nuestra meta: los indicadores que evidencian el camino por el que se procesa la información y se controla su comprensión deben asociarse con la elaboración, procesamiento simultáneo y discriminación de proposiciones contradictorias por parte de lectores que controlen su comprensión y realicen la tarea propuesta de forma correcta (producto correcto).

## **Método**

### **Participantes**

Participaron en el experimento 69 estudiantes españoles de ambos sexos, de edades comprendidas entre 18-25 años. Pertenecían a dos grupos intactos de primer curso del grado de Maestro de Educación Primaria en una gran ciudad española. Todos ellos se consideraron lectores competentes en español y leyeron individualmente dos textos experimentales sobre temas de ciencia básica con la tarea explícita de juzgar su comprensibilidad y escribir y justificar con detalle cualquier palabra o idea que se considerase incomprensible, absurda, contradictoria o errónea.

### **Materiales de interacción y de evaluación**

#### *Textos*

Se utilizaron dos textos experimentales en español sobre temas de ciencia básica (de naturaleza expositiva): “Especies indicadoras de cambio ambiental”, “Alimentos Probióticos”. Los textos se extrajeron de las Pruebas de Acceso a la Universidad y se modificaron para

unificar su estructura (3 párrafos) eliminar la complejidad lingüística de las frases, y limitar su extensión (150-155 palabras). Además, y de acuerdo con el 'Paradigma de Detección de Errores' (Baker, 1979), ambos textos fueron manipulados deliberadamente para insertar dos inconsistencias en cada uno (inconsistencias "diana" en lo sucesivo). Cada inconsistencia implicaba una contradicción explícita con una de las ideas importantes de cada texto. Las contradicciones se insertaron en la segunda mitad de cada texto para garantizar que el lector pudiera aprender del mismo al procesar un conjunto de ideas coherentes entre sí, antes de encontrar las ideas erróneas insertadas. Por ejemplo, en "Especies", la idea "su piel [de los anfibios] les protege y les hace sobrevivir fácilmente en cualquier condición ambiental", contradecía la idea anterior: "la piel de los anfibios los hace muy sensibles a los factores ambientales". Una de las ideas no puede ser correcta si la otra lo es, y es de esperar que un lector con buen control metacognitivo detecte la incompatibilidad y la señale.

Uno de estos textos se recoge en el Apéndice 1.

Cada participante leyó ambos textos experimentales, pero en un orden que fue asignado al azar y contrabalanceado en la muestra.

#### *Software Read & Answer*

Cada texto se segmentó en diferentes unidades de información (unidad= frase completa de punto a punto). Los estudiantes leyeron individualmente los textos en un ordenador usando el software Read & Answer (Cerdán et al, 2009). Este programa muestra inicialmente en la pantalla el texto completo pero borroso de modo que no se puede leer directamente. Pulsando con el ratón sobre una unidad, ésta se desenmascara y se puede leer, pero cualquiera otra se vuelve borrosa si no lo estaba ya. De este modo, sólo una unidad se puede leer cada vez aunque el lector puede releer los segmentos del texto en el orden que desee y las veces que necesite. Cada vez que se lee un segmento, se considera una "visita" independiente.

El lector puede acceder a otra pantalla distinta destinada a realizar la tarea propuesta pulsando un botón virtual específico. Esa segunda pantalla muestra el enunciado de la tarea y ofrece un espacio muy amplio para escribir la respuesta (juicio, obstáculos de comprensión encontrados en distintas ideas del texto y justificación). Los participantes pueden consultar el texto tanto como deseen, acceder a la segunda pantalla para escribir una respuesta (parcial), regresar al texto para procesar alguna unidad, y volver de nuevo a la pantalla de respuesta para completarla o modificarla.

Read & Answer registra los siguientes datos importantes para cada participante: datos de identificación, secuencia ordenada de sus acciones, sean éstas visitas a unidades del texto o sean visitas a la pantalla de respuesta, tiempo dedicado a cada una de esas acciones en milisegundos, respuestas parciales y respuesta final generada por el sujeto a lo largo de toda la tarea. A partir de estos datos básicos se pueden obtener los indicadores previstos en el modelo teórico asumido.

#### *Variables*

Producto de la tarea. Se consideró que la respuesta de cada participante señalara explícitamente o no, cada una de las inconsistencias diana insertadas de forma deliberada en cada texto. El total posible para cada sujeto era de 4 inconsistencias diana señaladas (2 inconsistencias diana en cada uno de los 2 textos procesados).

Proceso seguido en la tarea. De acuerdo con el modelo teórico asumido se definieron los siguientes indicadores para su posterior validación:

- a) Construcción de las proposiciones contradictorias. Una velocidad de procesamiento demasiado alta indica un procesamiento superficial con riesgo de no construir el significado adecuado al texto. Estudios sobre reconocimiento de palabras realizados con potenciales evocados y movimiento ocular en adultos muestran que dicho reconocimiento requiere intervalos de tiempo de 100-150 ms/palabra o mayores, siendo 280-300 ms/palabra (unas 215-200 pal/min) el tiempo típico en condiciones de lectura ordinaria, con una clara dependencia de la tarea asociada a la lectura (Primativo, Spinelli, Zoccolotti, De Luca, y Martelli, 2016; Sereno, Rayner, y Posner, 1998). En nuestro caso, se optó por calcular la velocidad “normal” de procesamiento para cada sujeto en el texto y en la tarea. Para ello se siguieron varios pasos: (1) eliminar las visitas al texto con menos de 150 ms/palabra, un límite inferior conservador; (2) calcular luego el promedio global y la desviación típica para todas las visitas restantes al texto (ms/pal); (3) detectar datos “outliers” (datos alejados más de 3 desviaciones típicas del promedio) y, en su caso eliminarlos y recalculando promedio y desviación típicas.
- En cada sujeto y texto, se consideró velocidad normal de procesamiento el rango comprendido entre el promedio y más o menos una desviación típica. Una vez establecido este rango, se consideró que al menos una de las visitas a cada una de las dos ideas que contenían cada contradicción habría de tener una velocidad de procesamiento “normal” para considerar que las proposiciones contradictorias estaban construidas.
- b) Procesamiento simultáneo de proposiciones contradictorias. Dada la limitación de la memoria de procesamiento y la separación en el texto de las ideas inconsistentes, se consideró que dichas ideas deberían ser leídas de forma (casi) consecutiva para permitir su procesamiento simultáneo. Naturalmente, un lector puede mantener en su memoria de trabajo una proposición anterior y transportarla de un ciclo a otro durante varios de ellos (Kintsch y van Dijk, 1978). Es decir, dos ideas que se procesan a la vez no necesariamente han de ser leídas de forma consecutiva. Como primera aproximación se consideró que para poder procesar a la vez dos ideas, (1) al menos una secuencia de visitas al texto ha de comenzar con una de las ideas contradictorias y acabar con la otra, y; (2) un gran porcentaje del tiempo total de procesamiento de esa secuencia debe corresponder a las proposiciones contradictorias. Ese porcentaje de tiempo se ajustó al 70% de forma provisional. Se atendió a la presencia o ausencia de al menos una de estas secuencias de (pseudo)enlace de proposiciones contradictorias.
- c) Discriminación de información diana. Varios tipos de indicadores de discriminación fueron considerados: (C1) Elevación substancial del tiempo de procesamiento en al menos una visita a las ideas que contienen las inconsistencias diana. En varias investigaciones se ha comprobado que cuando una persona detecta una inconsistencia, su tiempo de procesamiento se eleva significativamente (van der Schoot et al, 2012; Huitema, Dopkins, Klin y Myers, 1993). Se definió como “lenta” una visita cuyo tiempo/palabra distase más de 1 DT de la velocidad promedio “normal” de lectura del sujeto. (C2) Número de visitas a segmentos que contienen las ideas diana superior al promedio de visitas al resto de segmentos. (C3) Tiempo acumulado/palabra en los segmentos que contienen las ideas diana superior al promedio del resto de segmentos. (C2) y (C3) están relacionadas, pero se pensó en diferenciarlas porque algunas personas leen rápido cada vez que visitan un segmento, pero luego acumulan muchas visitas, mientras otras personas visitan menos cada segmento, pero se detienen más tiempo en cada visita.

Combinación necesaria de indicadores. El modelo teórico asumido postula que la presencia combinada de estos indicadores es condición necesaria (aunque no tiene por qué ser suficiente) para la señalización correcta de las incoherencias. Es decir, en los datos empíricos se deberá exigir el cumplimiento de (A) + (B) + (C) donde el punto (C) tiene 3 posibilidades alternativas no excluyentes, (C1), (C2) o (C3).

Para la evaluación de estos indicadores se tomó la tradición que se sigue en Medicina para evaluar pruebas diagnósticas. Para ello se atiende primero a la relación entre los indicadores y el producto de la tarea, tal como recoge la Tabla 1.

**Tabla 1.** Datos usados en la evaluación de los indicadores propuestos

	<b>Indicador presente</b>	<b>Indicador ausente</b>	<b>Totales</b>
<b>Señalización correcta</b>	VP (verdadero positivo)	FN (falso negativo)	VP+ FN (total contradicciones correctamente señalizadas)
<b>Señalización no-correcta</b>	FP (falso positivo)	VN (verdadero negativo)	FP+VN (total contradicciones no correctamente señalizadas)
<b>Totales</b>	VP+FP (total casos indicador presente)	VN+FN (total casos indicador ausente)	Total de casos

A partir de esta relación, se define un conjunto de parámetros de calidad para cada indicador:

- Exactitud o proporción de casos correctamente clasificados por el indicador =  $(VP+VN)/\text{Total casos}$ .
- Sensibilidad o proporción de señalizaciones correctas en las que el indicador está presente =  $VP/(VP+FN)$ .
- Especificidad o proporción de señalizaciones no-correctas en la que el indicador está ausente =  $VN/(FP+VN)$ .
- Precisión o proporción de casos con indicador presente en los que si hay señalización correcta de la inconsistencia =  $VP/(VP+FP)$ .
- Valor Predictivo Negativo o proporción de casos con indicador ausente en los que realmente no hay señalización correcta de la inconsistencia =  $VN/(VN+FN)$ .

La presencia de los indicadores es condición necesaria para la señalización correcta de las incoherencias cuando FN es muy pequeño y, en ese caso, la Sensibilidad es grande (cerca a 1), y también lo es el Valor Predictivo Negativo (que indica que indicador ausente es condición suficiente para señalización no-correcta).

### Procedimiento

Se utilizó una sesión ordinaria de clase para la toma de datos. La sesión se realizó en una sala de informática con 40 ordenadores personales. Previamente se asignó de forma aleatoria un orden para los dos textos experimentales a cada ordenador, con balance de los dos órdenes posibles. Luego, cada participante fue asignado también al azar a cada ordenador.

Se entregaron y leyeron las instrucciones en voz alta. Antes de realizar la tarea, cada estudiante se ejercitó en el manejo del programa con un texto de práctica distinto de los textos experimentales, pero con la misma tarea. Se aclararon las dudas y cada participante procedió a realizar la tarea con el primer texto experimental. Al acabar con el primer texto, el estudiante debía levantar la mano y uno de los investigadores presentes procedía a guardar datos y cargar el segundo texto y tarea. No se limitó el tiempo, que resultó entre 40 y 60 min para la sesión completa.

## Resultados

### Calidad de los indicadores de proceso definidos

Se recogieron datos fiables de 270 inconsistencias “diana”, de las 276 posibles (69 sujetos por 4 “dianas”). La proporción global de inconsistencias correctamente señaladas fue del 32% (87 de 270).

Los datos recogidos en la Tabla 1 se usaron para evaluar los parámetros de calidad de los indicadores de proceso. De acuerdo con el modelo teórico y en relación con la combinación de los indicadores antes definida, se recogieron los datos expresados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Datos asociados con la combinación de indicadores propuestos (A+B+C)

	Combinación de Indicadores presente	Combinación de indicadores ausente	Totales
Señalización correcta de la incoherencia	86	1	87
Señalización no-correcta de la incoherencia	5	178	183
Totales	91	179	270

Los valores de los parámetros de calidad para la combinación de los indicadores definidos son los siguientes: Exactitud = 0.98; Sensibilidad = 0.99; Especificidad = 0.97; Precisión = 0.95; Valor Predictivo Negativo = 0.99.

### Dos casos como ejemplo

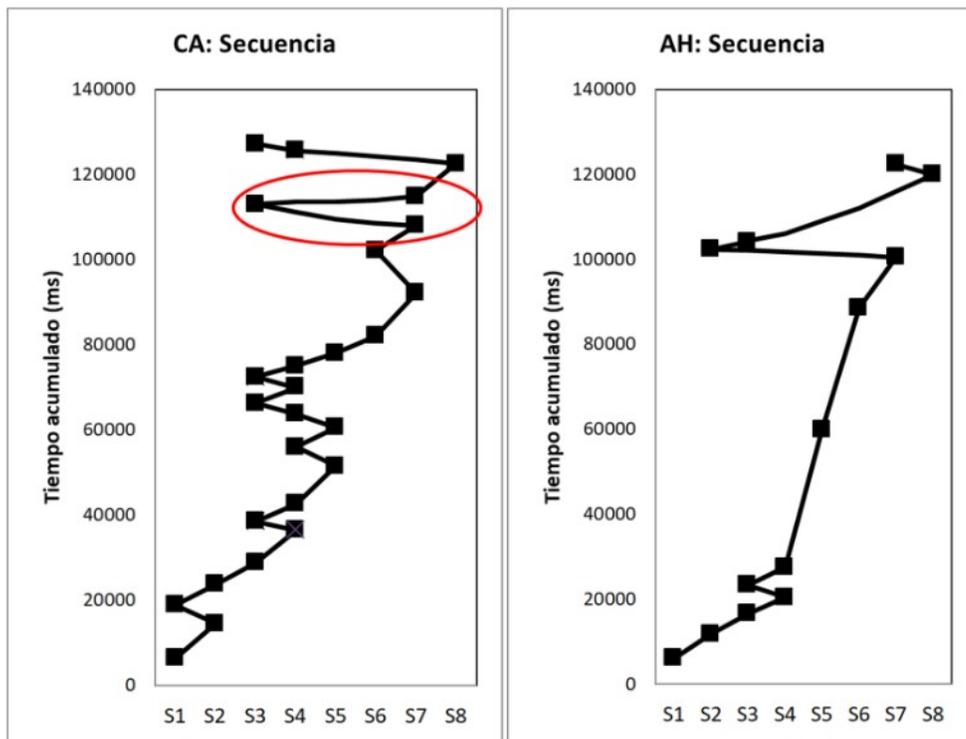
Como ejemplos del modo en que los indicadores reflejan el procesamiento de los participantes, se muestran los datos de dos de ellos. El alumno CA obtuvo un producto totalmente correcto en el texto *Especies indicadoras de cambio climático*, es decir, detectó y señaló correctamente la incoherencia entre los segmentos S3 y S7 de este texto (ver Anexo), mientras el alumno AH no señaló esta incoherencia.

La Figura 1 muestra la secuencia de lectura (segmento procesado vs tiempo acumulado en ms) de estos dos participantes.

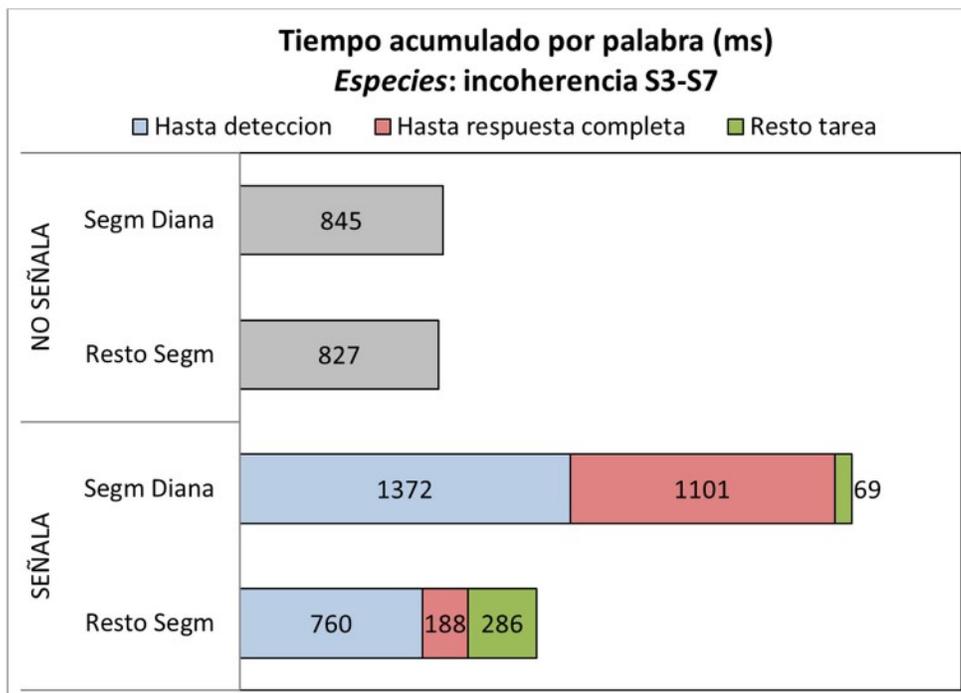
Se puede apreciar que CA no se limita a leer el texto en una secuencia ordenada linealmente, sino que reprocesa información no consecutiva releyendo segmentos en orden inverso, o incluso enlazando segmentos separados en el texto. Este es el caso de los segmentos implicados en la inconsistencia diana, S3 y S7, que relee de forma consecutiva sugiriendo que ha podido procesar su información a la vez y, por tanto, detectar la contradicción insertada.

Sin embargo, AH procesa algunas ideas más despacio (acumula más tiempo en ellos) que CA, pero reprocesa menos veces los segmentos ya leídos y no conecta entre sí la información de segmentos no consecutivos. En particular, no enlaza los dos segmentos implicados en la inconsistencia, S3 y S7, lo que, según el modelo asumido, implica una probabilidad pequeña de procesar su información conjuntamente para detectar la contradicción.

Por su parte la Figura 2 muestra el tiempo acumulado por palabra (para evitar el efecto de segmentos con más o menos palabras) por estos dos participantes en el mismo texto *Especies*, diferenciando entre los segmentos implicados en la contradicción “diana” (S3 y S7) y el resto de segmentos.



**Figura 1.** Secuencia de lectura del texto: Segmento vs tiempo acumulado (ms). S1-S8: ideas en que se segmenta el texto de forma ordenada. Se compara un estudiante que detecta y señala la inconsistencia insertada con otro que no lo hace. El círculo muestra enlaces directos (lecturas consecutivas) de los dos segmentos inconsistentes, S3 y S7



**Figura 2.** Tiempo acumulado por palabra (ms) en segmentos implicados en la inconsistencia diana (promedios por segmento), o en el resto de segmentos (promedio por segmento), y su relación con la señalización o no de dicha inconsistencia

Los datos de CA, que señala correctamente la inconsistencia (las dos barras de más abajo), discriminan entre los segmentos implicados en ella y el resto de segmentos. En relación con el resto, acumula mucho tiempo (promedio por segmento) leyendo los segmentos S3 y S7 justo antes de la Detección (azul) de la inconsistencia, y durante la elaboración por escrito de la respuesta (en rojo). Por el contrario, acumula menos tiempo en S3 y S7 que en otros segmentos cuando ya ha acabado con ellos y está comprobando que no haya otras inconsistencias en el resto del texto (en verde).

Sin embargo, los datos mostrados para AH, que no detecta la inconsistencia, no permiten discriminar entre el procesamiento de los segmentos S3 y S7, y el resto de segmentos, acumulando un tiempo similar en ellos.

### **Discusión y Conclusiones**

El relativamente bajo porcentaje de señalizaciones correctas de inconsistencias “diana” obtenido en la muestra está en consonancia con estudios anteriores (Sanjosé, Fernández y Vidal-Abarca, 2010) y alerta sobre la necesidad de mejorar las destrezas metacognitivas en los estudiantes.

Dado que se obtienen valores altos para la Sensibilidad y el Valor Predictivo Negativo de la combinación de indicadores de proceso definida, se puede aceptar que la predicción del modelo teórico se cumple. Es decir, la combinación de indicadores de proceso propuesta se asocia bien con el resultado de la tarea de monitorización de la comprensión (exigiendo coherencia global del texto), de modo que su presencia constituye una condición necesaria para la señalización correcta de las inconsistencias.

Solo una inconsistencia diana quedó fuera del cumplimiento estricto del modelo. El indicador ausente fue únicamente el de “enlace o pseudo-enlace (al 70% del tiempo total empleado) entre las dos frases contradictorias”. No se dispone de datos para explicar la causa de esta violación de la predicción, pero parece ser que la persona tenía conocimiento previo alto sobre el tema del texto, y lo utilizó para detectar la inconsistencia sin necesidad de reprocesar el texto y establecer “enlaces” entre las dos ideas contradictorias. Es decir, para esta persona en este texto, la inconsistencia pudo tener carácter “externo” (contradicción entre una frase del texto y el conocimiento previo).

Se necesitan experimentos adicionales para confirmar la adecuación de esta combinación de indicadores de proceso como condición necesaria para una monitorización correcta durante la lectura. En esos nuevos experimentos, trataremos de minimizar el posible efecto del conocimiento previo utilizando temáticas poco familiares para los sujetos, como hicieron Otero, Campanario y Hopkins (1992).

### **Implicaciones didácticas**

El estudio de los procesos de lectura a través de indicadores fiables podría contribuir a la mejora de las metodologías docentes en la comprensión de textos difíciles de entender, como es el caso de los textos de ciencias. Una enseñanza de estrategias de lectura basadas en el proceso que hay que seguir (y en el que no hay que seguir) para procesar un texto de ciencias de modo eficaz, podría fomentar la consciencia en los estudiantes de los problemas de comprensión que encuentran en el camino, y que, en ocasiones, suponen un obstáculo para llegar a la meta última, la comprensión profunda de la ciencia (Gromley, 2005)

### **Limitaciones y perspectivas**

Durante la ejecución de la tarea propuesta, un lector puede detectar otros obstáculos de comprensión además de los experimentales (o “diana”) previstos en el experimento. En ese

caso, los valores de los indicadores definidos también se “dispararían” en segmentos distintos a los previstos, dificultando la discriminación entre información relevante e irrelevante. Esta es una limitación del trabajo que procede del hecho de definir la tarea libremente como un “juicio sobre comprensibilidad”, en lugar de definir una tarea artificial como “busca las contradicciones en el texto” que, probablemente, evitaría el riesgo mencionado. Asimismo, la conveniencia de simplificar un experimento inicial sobre este tema ha implicado utilizar contradicciones explícitas que no aparecen en la realidad. En el futuro, además de replicar el experimento presente, se pretende utilizar inconsistencias no explícitas, derivadas de inferencias que implican ideas nuevas en el texto e ideas de conocimiento previo del lector; una situación mucho más habitual en la enseñanza de las ciencias.

### Referencias Bibliográficas

- Alexander, P. A. y Jetton, T. L. (2000). Learning from text: A multidimensional and developmental perspective. En M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson y R. Barr. (Eds.), *Handbook of reading research*, vol. 3 (chapter 19). New York: Routledge.
- Baker, L. (1979). Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusions. *Journal of Reading Behavior*, 11(4), 365-374. Recuperado de: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1080/10862967909547342>
- Cerdán, R., Vidal-Abarca, E., Salmerón, L., Martínez, T. y Gilabert, R. (2009). Read & Answer, A tool to capture on-line processing of electronic texts. *The Ergonomics Open Journal*, 2, 133-140. Recuperado de: <https://benthamopen.com/contents/pdf/TOERGJ/TOERGJ-2-133.pdf>
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Daneman, M. y Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 3(4), 422-433. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03214546>
- Dignath, C. y Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, 3(3), 231-264. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>
- Fensham, P. J., Gunstone, R. F. y White, R. T. (Eds.) (2013). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. London, UK: Routledge.
- Gromley, J.G. (2005). *Metacognition, cognitive strategy instruction and reading in adult literacy*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Association.
- Huitema, J. S., Dopkins, S., Klin, C. M. y Myers, J. L. (1993). Connecting goals and actions during reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(5), 1053-1060. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.19.5.1053>
- Kintsch, W. y van Dijk, T. (1978). Towards a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363-394. Recuperado de: <http://www.discourses.org/OldArticles/Towards%20a%20model.pdf>
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge university press.
- Kolić-Vehovec, S. y Bajšanski, I. (2007). Comprehension monitoring and reading comprehension in bilingual students. *Journal of Research in Reading*, 30(2), 198-211. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2006.00319.x>

- Krasiejko, I. (2010). The role of metacognition in education. *The New Educational Review*, 20(1), 120-128. Recuperado de: <http://selfregulation.pbworks.com/f/Metacognition-Self+Regulation-Strategies.pdf>
- Nelson, T. y Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125-173. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60053-5)
- Otero, J., Campanario, J. y Hopkins, K. (1992). The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension monitoring ability of Spanish secondary school students. *Educational and Psychological Measurement*, 52(3), 419-430. DOI: <https://doi.org/10.1177/0013164492052002017>
- Otero, J. y Kintsch, W. (1992). Failures to detect contradictions in a text: What readers believe versus what they read. *Psychological Science*, 3(4), 229-236. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00034.x>
- Primativo S, Spinelli D, Zoccolotti P, De Luca, M. y Martelli M (2016) Perceptual and Cognitive Factors Imposing "Speed Limits" on Reading Rate: A Study with the Rapid Serial Visual Presentation. *PLoS ONE* 11(4). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153786>
- Sánchez-Miguel, E. y García-Rodicio, H. (2014). Comprensión de textos: conceptos básicos y avances en la investigación actual. *Aula*, 20, 83-103. Recuperado de: <http://revistas.usal.es/index.php/0214-3402/article/viewFile/12563/12912>
- Sanjosé, V., Fernández, J.J. y Vidal-Abarca, E. (2010). Importancia de las destrezas de procesamiento de la información en la comprensión de textos científicos. *Infancia y Aprendizaje*, 33(4), 529-541. DOI: <https://doi.org/10.1174/021037010793139581>
- Sanjosé, V., Vidal-Abarca, E., Padilla, O.M. (2006). A connectionist extension to Kintsch's Construction-Integration model. *Discourse Processes*, 42(1), 1-35. DOI: [https://doi.org/10.1207/s15326950dp4201\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326950dp4201_1)
- Saux, G., Irrazabal, N. y Burin, D. I. (2014). Comprensión de textos de ciencias en estudiantes universitarios: generación de inferencias causales durante la lectura. *Liberabit*, 20(2), 305-313. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v20n2/a11v20n2.pdf>
- Sereno, S. C., Rayner, K. y Posner, M. I. (1998). Establishing a time-line of word recognition: evidence from eye movements and event-related potentials. *Neuroreport*, 9(10), 2195-2200. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00001756-199807130-00009>
- Van der Schoot, M., Reijntjes, A. y van Lieshout, E. C. (2012). How do children deal with inconsistencies in text? An eye fixation and self-paced reading study in good and poor reading comprehenders. *Reading and Writing*, 25(7), 1665-1690. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11145-011-9337-4>
- Veenman, M., Wilhelm, P. y Beishuizen, J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14(1), 89-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.004>
- Vosniadou, S., Pearson, P. D. y Rogers, T. (1988). What causes children's failures to detect inconsistencies in text? Representation versus comparison difficulties. *Journal of educational psychology*, 80(1), 27-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.80.1.27>

Wang, M., Haertel, G. y Walberg, H. (1993). Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research*, 63(3), 249-294. DOI: <https://doi.org/10.3102/00346543063003249>

### **Anexo 1: Texto experimental**

El texto contiene dos inconsistencias deliberadamente insertadas con propósitos experimentales: la idea S7 es inconsistente con S3, mientras la idea S8 es inconsistente con S4 (y con otras ideas del texto que son, a su vez, coherentes con S3 y S4).

#### **Especies indicadoras de cambio climático**

01. Los anfibios, como las ranas, han desarrollado una gran diversidad biológica.
02. Están adaptados a casi todo tipo de hábitats acuáticos y terrestres.
03. La piel de los anfibios los hace altamente sensibles a los factores ambientales.
04. Cualquier cambio drástico en el mundo natural puede afectar a los anfibios antes que a otros seres vivos, como las aves y los mamíferos.
05. Un reciente estudio muestra que casi una de cada tres especies de ranas en el mundo está en peligro de extinción, comparado con el 12% de las especies de aves y el 23 % de todas las especies de mamíferos.
06. La disminución en el número de especies de anfibios alerta a los científicos sobre cambios globales producidos en una gran variedad de hábitats.
07. Su piel les protege y les hace sobrevivir fácilmente en cualquier condición ambiental.
08. Por tanto, los anfibios son indicadores de la salud medioambiental menos eficaces que las aves y los mamíferos.



