



ESCUELA DE DOCTORADO
INTERNACIONAL DE LA USC

Juan Ramón
Gallástegui Otero

Tesis doctoral

PREGUNTAS EN EL CONTEXTO
ACADÉMICO: NÚMERO, TIPO Y
CALIDAD DE LAS PREGUNTAS
QUE HACE EL ALUMNADO DE
ENSEÑANZA SECUNDARIA
CUANDO LEE TEXTOS DE
CONTENIDO CIENTÍFICO.

Santiago de Compostela, 2024

TESIS DOCTORAL

PREGUNTAS EN EL CONTEXTO ACADÉMICO: NÚMERO, TIPO Y CALIDAD DE LAS PREGUNTAS QUE HACE EL ALUMNADO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA CUANDO LEE TEXTOS DE CONTENIDO CIENTÍFICO

Autor

Juan Ramón Gallástegui Otero

Directores: Isabel García-Rodeja Gayoso y José Manuel Domínguez Castiñeiras

Tutora: Isabel García-Rodeja Gayoso

ÍNDICE

Resumen	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Visión general sobre las preguntas	7
1.2 Organización general del trabajo.....	9
2. MARCO TEORICO.....	11
2.1 Preguntas en educación.....	11
2.1.1 Preguntas del profesorado.....	11
2.1.2 Preguntas adjuntas a textos.....	17
2.1.3 Preguntas del alumnado.....	19
2.2 El concepto de pregunta. Las preguntas de búsqueda de información	25
2.3 Modelos de generación de preguntas.....	29
2.4 Factores que condicionan la emisión de preguntas.....	36
2.5 Efecto de la generación de preguntas sobre otros elementos del aprendizaje	38
2.6 Variables que influyen en la generación de preguntas	40
2.7 Antecedentes: ¿Qué preguntan? Naturaleza y tipo de preguntas.....	43
2.8 La calidad de las preguntas: antecedentes	57
3. OBJETIVOS	63
4. METODOLOGÍA.....	65
4.1 Participantes y contexto	68
4.2 Procedimiento y mediciones.....	70
5. RESULTADOS	77
5.1 PARTE A. ¿Qué pregunta el alumnado bajo diversas condiciones?.....	78
5.1.1 Estudio preparatorio A.1 ¿Que preguntan los estudiantes de secundaria cuando leen un texto científico?	79
5.1.1.1 Introducción.....	79
5.1.1.2 Metodología.....	79
5.1.1.3 Resultados y discusión	81
5.1.2 Estudio preparatorio A.2. Preguntas de los estudiantes sobre un texto científico y confianza en conocer las respuestas.....	83
5.1.2.1.Introducción.....	83
5.1.2.2 Metodología.....	83
5.1.2.3 Resultados	84
5.1.2.4 Discusión de resultados.....	87

5.1.3 Estudio A3: Análisis de las preguntas sobre un texto científico generadas en tareas de diferente exigencia	89
5.1.3.1 Introducción.....	89
5.1.3.2 Metodología	95
5.1.3.3 Resultados	100
5.1.3.4 Discusión.....	106
5.2. PARTE B. ¿Qué características tienen las buenas preguntas?	111
5.2.1 Estudio exploratorio B1. ¿Podemos evaluar la calidad de las preguntas del alumnado?	113
5.2.1.1 Introducción.....	113
5.2.1.2 Método	115
5.2.1.3 Resultados	116
5.2.1.4 Discusión.....	119
5.2.2 Estudio B.2 Carencias de conocimiento sobre objetos de los que se sabe poco: la falta de conocimiento conduce a hacer preguntas en niveles básicos de una rama ontológica	120
5.2.2.1 Introducción.....	120
5.2.2.2 Método	126
5.2.2.3 Resultados	130
5.2.2.4 Discusión.....	132
6. CONCLUSIONES	137
7. REFERENCIAS	143
8. ANEXO.....	161

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a dos personas ya fallecidas. A Francisco Lorenzo, mi primer director de tesis, por mostrarme que la Didáctica de las Ciencias Experimentales es un campo de conocimiento en el que se hace investigación, lo que me permitió hacer compatible la investigación con mi profesión de profesor de Física y Química y mejorar ambas actividades.

A Eugenio García-Rodeja, que con su magisterio irrepetible modeló mi visión de la enseñanza de la Física y la Química.

A José Otero, director de esta tesis hasta que se jubiló y que dirigió, animó, orientó y contribuyó incansablemente al trabajo aquí recogido.

A los directores de la tesis, Isabel García-Rodeja y José Manuel Domínguez Castiñeiras por su ayuda inestimable.

A Marilar Jiménez Aleixandre, a Joaquín Díaz Bustamante y a los demás miembros del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la USC por todo lo que aprendí a su lado.

Finalmente, en el terreno personal, a mi familia, por soportar pacientemente que les privara de mi presencia durante todo el tiempo que dediqué a esta tesis.

Resumen

En esta tesis se estudian las preguntas de búsqueda de información que hace el alumnado de enseñanza secundaria cuando lee textos de contenido científico. En la tesis se incluyen los resultados de dos estudios principales precedidos de otros tres de carácter exploratorio de menor entidad.. El primer estudio exploratorio se centró en el número y tipo de preguntas que hacían los estudiantes, y en el efecto en esas variables de la expectativa de obtener respuestas a sus preguntas. En el segundo estudio exploratorio se investigó el efecto del nivel de exigencia de la tarea y de la confianza de los estudiantes en conocer las respuestas en el número y tipo de preguntas que hacen. En el primero de los estudios principales se analizó el efecto del nivel del alumnado y de la demanda de la tarea en el número y tipo de preguntas que hacen. Los resultados de estos tres estudios muestran cómo el alumnado hace buenas preguntas cuando tiene oportunidad y que muchas de las preguntas que hacen se dirigen a las relaciones causales. Sin embargo, los efectos de las variables nivel o demanda de la tarea fueron limitados.

Los siguientes dos estudios se centraron en la calidad de las preguntas. En un estudio exploratorio se analizaron las puntuaciones de calidad otorgadas por el profesorado a una colección de preguntas, buscando posibles dimensiones o componentes de calidad. En el segundo de los estudios principales de esta tesis se analiza en detalle una posible dimensión de la calidad de las preguntas: la generalidad, medida en términos del nivel ontológico de la categoría sobre la que la pregunta puede formularse sensatamente a partir del análisis de las preguntas que hace el alumnado sobre objetos de los que tiene más conocimiento y sobre aquellos que conoce menos.

Los resultados obtenidos muestran que el alumnado es capaz de generar preguntas en un número muy superior al habitual en las clases, cuando se le da la oportunidad de hacerlo. Dentro de las preguntas que hace el alumnado, destaca el número de preguntas de antecedentes causales, en que se interesan por las causas que producen los fenómenos. Los resultados también muestran que la generalidad de una pregunta sobre una entidad es una dimensión a tener en cuenta en la calidad de la pregunta, pues es indicativa de la falta de conocimiento elaborado sobre tal entidad.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Visión general sobre las preguntas

Podemos considerar que la generación de preguntas en nuestras aulas se contempla entre una visión optimista y una pesimista. Un ejemplo de lo que podemos llamar la visión optimista de la generación de preguntas por parte de los estudiantes está extraído del libro de Juan Antonio Llorens (1991) "Comenzando a aprender Química", donde señala:

“Sin embargo, nuestros jóvenes todavía son capaces (cuando no han sufrido mucho tiempo la escuela) de formular preguntas como esta: ¿cómo es que el oxígeno hace que las cosas ardan y el agua, que tiene oxígeno, apaga el fuego? (7º de EGB, curso 1988-1989).”

En esta visión optimista se contempla a los alumnos como personas activas, motivadas y creativas, que hacen (al menos de vez en cuando) buenas preguntas y que demandan buenas respuestas. En esta línea, numerosas investigaciones han demostrado cómo se mejora notablemente la comprensión, el aprendizaje y el recuerdo de los contenidos escolares cuando se les enseña previamente a los alumnos a hacer buenas preguntas sobre las materias objeto de estudio (Baird & Northfield 1992, King 1994b).

Pero también existe una visión pesimista de la generación de preguntas. En ella destaca el hecho bien documentado de que las preguntas de los estudiantes en las clases son muy poco frecuentes y además son, en su mayoría, preguntas superficiales, que tienen que ver casi siempre con los contenidos explícitos y no con preguntas profundas que incluyan inferencias, síntesis, aplicaciones, etc. A modo de ejemplo, citar que Dillon (1988b) observó en clases de secundaria un promedio de 2 preguntas por hora entre todos los alumnos de la clase, frente a un promedio de 80 preguntas por hora por parte de los profesores. (En tono de humor, el mencionado autor señala que una de las razones por las que los alumnos no hacen preguntas es que están demasiado ocupados respondiendo a las preguntas de los profesores). Con estos datos, resulta difícil sostener que las preguntas jueguen un papel importante en el aprendizaje en las aulas.



Tanto si adoptamos cualquiera de las dos visiones extremas, como si nos situamos en una postura intermedia sobre el papel de la generación de preguntas en el aprendizaje

de los estudiantes, creemos que es interesante conocer mejor las preguntas de nuestros estudiantes y las razones que los llevan a hacerlas (o a no hacerlas).

La generación de preguntas ha sido objeto de investigaciones en campos variados y en contextos muy diversos, como pueden ser la comunicación, la educación, la filosofía, la inteligencia artificial, la lingüística, la psicología o la sociología. A principios del siglo XX los estudios realizados por los psicólogos evolutivos entre los que destaca por su influencia el trabajo de Piaget (1959) sobre las preguntas infantiles, eran fundamentalmente descriptivos. Los investigadores categorizaban las preguntas en función de variables como la forma, la función o la fuente (Davis, 1932), o examinaban las funciones y otras características de las preguntas en función de las etapas del desarrollo de la generación de preguntas (Lewis, 1938). Siguen muchos otros estudios que examinan la generación de preguntas por los seres humanos desde varios puntos de vista, como se puede ver en la revisión de Graesser et al. (1994), al que se añade un creciente interés actual por la generación de preguntas y respuestas por máquinas (Light et al. 2001).

El valor estratégico de las preguntas que hacen los estudiantes y su importancia en el aprendizaje, la cognición y la educación están bien documentados (King, 1994-a). En el ámbito de la educación, autores como Dillon (1986) llegan a señalar que el surgir de una pregunta en la mente supone el mejor presagio del aprendizaje.

La inteligencia se distingue no sólo por la capacidad de proporcionar respuestas y resolver problemas, sino también por la capacidad de generar, formular y expresar preguntas (LaFrance 1992). Según varios modelos de ciencia cognitiva, la generación de preguntas es un componente fundamental en los procesos cognitivos que operan a niveles conceptuales profundos: comprensión de textos, aprendizaje de materiales complejos, resolución de problemas o creatividad (Graesser & McMahan, 1993).

Hay también numerosa evidencia empírica de cómo se consiguen mejoras significativas en la comprensión, el aprendizaje y el recuerdo de los materiales objeto de estudio si se recibe un entrenamiento previo para hacer buenas preguntas (King, 1994-a).

En esta línea han surgido numerosas propuestas educativas destinadas a favorecer el que los estudiantes hagan preguntas: Dillon (1988b) señala que los profesores deben dejar espacio para ellas en el discurrir de las clases, invitar a los estudiantes a que las

hagan, esperar pacientemente por ellas, darles la bienvenida cuando surgen y sustentar la emisión de preguntas cuando se produce.

Todo ello parece conducirnos a asignar un papel muy importante a la generación de preguntas por parte de los estudiantes en el aprendizaje en las aulas, y ello contrasta con otro hecho bien documentado: las preguntas de los estudiantes en las clases son muy poco frecuentes, y además son, en su mayoría, preguntas superficiales, que tienen que ver casi siempre con los contenidos explícitos, y no preguntas profundas que incluyan inferencias, síntesis, aplicaciones, etc. Sin embargo, a la vista de los datos de Dillon (1988b) mencionados más arriba, de 80 preguntas por hora a cargo del docente y 2 preguntas por hora por el conjunto del alumnado, parece difícil mantener que las preguntas juegan un papel importante en el aprendizaje en las aulas.

1.2 Organización general del trabajo

Esta memoria de investigación recoge un trabajo de investigación realizado en varias etapas a lo largo de un período muy largo de tiempo. En la memoria, además del primer capítulo con la introducción, donde se da una visión general sobre la generación de preguntas y se describe la organización de la tesis, figuran otros siete capítulos.

El capítulo dos constituye el marco teórico, y en él se recogen en primer lugar aportaciones relevantes de la bibliografía sobre el papel de las preguntas en educación, repartidas en preguntas del profesorado, preguntas intercaladas en textos y preguntas del alumnado. A continuación se definen las “preguntas de búsqueda de información”, que son las que son objeto de nuestro estudio. Los apartados siguientes tratan sobre los modelos de generación de preguntas y sobre los factores que condicionan la emisión de preguntas. A continuación este capítulo incluye un apartado sobre los efectos de la generación de preguntas sobre otros elementos del aprendizaje y otro apartado sobre los efectos de otras variables en la generación de preguntas. Sigue un apartado donde se recogen los antecedentes de investigaciones en que se estudia la naturaleza y tipo de preguntas que hace el alumnado en diferentes condiciones. En el último apartado se recogen los antecedentes bibliográficos de estudios sobre la calidad de las preguntas del alumnado.

Los capítulos siguientes, números tres y cuatro, tratan sobre los objetivos y la metodología.

El capítulo cinco, resultados, recoge los resultados obtenidos en cinco estudios que constituyen la parte experimental de esta tesis. La primera parte de este capítulo cinco, parte A, se centra en los estudios relativos a la descripción de las preguntas del alumnado que lee textos científicos que describen fenómenos naturales en diferentes condiciones, y recoge tres estudios realizados sobre el número y tipo de preguntas que hace el alumnado y cómo pueden afectar a esas preguntas algunos factores.

Un primer estudio, de carácter preliminar o preparatorio, estudio A.1 Trata sobre qué preguntan los estudiantes de secundaria cuando leen un texto científico.

El segundo estudio, también de carácter preparatorio, estudio A.2, trata sobre las preguntas de los estudiantes sobre un texto científico y la confianza en conocer las respuestas.

El tercer estudio, estudio A.3, es uno de los dos estudios principales de esta tesis, y en él se analizan las preguntas sobre un texto científico generadas en tareas de diferente exigencia.

La segunda parte del capítulo cinco se centra en la calidad de las preguntas y en los factores que la caracterizan, e incluye dos estudios, uno preparatorio y otro principal. En el primero de ellos, estudio B.1, se trató de obtener datos empíricos que proporcionen información sobre la calidad de las preguntas y sus posibles componentes o dimensiones. En el segundo, estudio B.2, se analiza en detalle el papel del conocimiento en la generación de preguntas y la generalidad de las preguntas como una dimensión de su calidad.

Finalmente se incluye un apartado de conclusiones y la bibliografía.

Como se ha señalado anteriormente, la tesis se organiza en cinco estudios, que pueden considerarse de forma independiente, y en cada estudio se trata la metodología, los objetivos y los resultados. El contenido de los capítulos de metodología, objetivos que figuran en el índice dan una visión general y resumida de esos temas.

2. MARCO TEORICO

En este apartado se exponen los antecedentes, las principales ideas y resultados de la literatura que enmarcan las investigaciones que se describen en la memoria. En un primer apartado se tratan las preguntas en educación, en un segundo apartado se desarrolla el concepto de pregunta. En un tercer apartado se exponen los modelos de generación de preguntas. Sigue un cuarto apartado donde se tratan los factores que condicionen la emisión de preguntas y un quinto donde se revisa el efecto de la generación de preguntas sobre otros elementos del aprendizaje. Finalmente, en el sexto apartado se abordan las variables que influyen en la generación de preguntas.

2.1 Preguntas en educación

Ya se ha indicado anteriormente que las preguntas constituyen un campo de estudio muy amplio, con una gran diversidad de propósitos con que se hacen y una gran variedad de contextos o situaciones en que se producen. Si nos restringimos al campo que más nos interesa, la educación, tenemos por ejemplo:

- Preguntas del profesorado (las más frecuentes en las aulas)
- Preguntas intercaladas en los textos y materiales didácticos
- Preguntas del alumnado

2.1.1 Preguntas del profesorado

Es un hecho ampliamente documentado que la mayor parte de las preguntas que se producen en las aulas las hace el profesorado. Los profesores preguntan con mucha más frecuencia que el alumnado. Graesser y McMahan (1993) cuantifican esta frecuencia en un 94%.

Dillon (1988a) señala que el profesorado hace muchas preguntas en las aulas, la mayoría de las cuales se refieren a recordar y repetir información factual previamente enseñada o estudiada. Unas pocas tienen que ver con manipulaciones cognitivas de la información, especulaciones o evaluaciones. Recoge múltiples ejemplos de ello de países diferentes como Nueva Zelanda, Canadá, Inglaterra, Checoslovaquia, Israel, la India o Portugal.

En la literatura sobre educación en lectura podemos encontrar numerosos estudios centrados en el uso de preguntas para profundizar la comprensión, mejorar las habilidades de pensamiento de orden superior y enriquecer la experiencia de lectura entre estudiantes que van desde el nivel preescolar hasta el universitario (Brown et al., 2016; Spencer et al., 2019; Blything et al., 2020; Martin & Kim, 2022; Yüceer et al., 2022).

Según estas investigaciones, el profesorado en el aula hace habitualmente preguntas cuya respuesta conoce, es decir, no son preguntas de búsqueda de información. Además, estas preguntas del profesorado son a menudo superficiales (Graesser y Person (1994), y en ese sentido no suponen buenos ejemplos para que el alumnado genere buenas preguntas.

Brualdi (1998) señala que para conseguir un mejor aprendizaje en el alumnado, los profesores deben hacer buenas preguntas, entendidas como aquellas que requieren que los estudiantes usen destrezas de razonamiento de alto nivel: resolver problemas, analizar y evaluar.

Las preguntas que generan los profesores en el ámbito de la clase, suelen tener una respuesta conocida por ellos y frecuentemente sólo requieren una respuesta corta por parte de los estudiantes. Por ejemplo, pueden formular preguntas para situarlos en el nuevo tema y poder establecer conexión con un tema anterior que ya dominan. También formulan preguntas para organizar las distintas fases de la clase: motivación, actividades variadas durante el desarrollo (observar, experimentar, repasar, elaborar, etc.) y para evaluar los conocimientos de los alumnos durante los diferentes momentos de la clase.

Sabemos que hay docentes que formulan preguntas y no dan al alumnado el tiempo suficiente para responder o los ayudan a completar las respuestas. Ocurre que la mayoría de las preguntas requieren respuestas cortas que encasillan a los alumnos y son pocos los profesores que adoptan métodos socráticos que constituyan una secuencia de preguntas que estimulen el pensamiento (Sternberg y Spear-Swerling, 1999). Sternberg y Spear-Swerling (1999) describen tres estrategias docentes y cómo deben plantearse las preguntas cuando se aplican en el aula. La primera consiste en la exposición oral del profesor y en ésta hay poca interacción entre el profesor y el alumno (preguntas esporádicas del profesor o preguntas de aclaración de los alumnos). La segunda estrategia es cuando el profesor plantea muchas preguntas dirigidas principalmente a hechos, que

motiva interacción breve entre profesor y alumnos. La tercera estrategia, que es la más conveniente, es cuando el profesor estimula mediante preguntas el razonamiento y el debate. Es decir, el profesor deja espacio de discusión donde los alumnos son los que formulan preguntas. Esto genera en el ámbito de la clase que los mismos hablen entre sí, organicen discusiones en pequeños grupos, departan sobre cómo hablar y escribir ciencia, entre otras cuestiones. Los profesores deben tomar muy en serio la formulación de preguntas por parte de los estudiantes y convertirlas en oportunidades únicas para que estos puedan desarrollar la inteligencia, piensen y aprendan (Sternberg y Spear-Swerling, 1999).

Chin (2007) investiga el uso que los docentes hacen de las preguntas para promover su pensamiento y ayudarles a construir conocimiento científico. Las preguntas por parte del docente son una característica destacada del diálogo en el aula. Las preguntas pueden estimular el pensamiento de los estudiantes y proporcionar retroalimentación al docente sobre la comprensión de los estudiantes. Gran parte de los primeros estudios sobre las preguntas del profesorado (por ejemplo, Dantonio y Paradise, 1988; Mills et al. 1980; Redfield y Rousseau, 1981; Winne, 1979) se realizaron utilizando un paradigma de proceso-producto para estudiar la relación entre las preguntas por parte del docente y el rendimiento de los estudiantes. Sin embargo, estos estudios han mostrado resultados mixtos. Carlsen (1991) propuso un marco sociolingüístico para la investigación sobre las preguntas por parte del docente que iluminaría cuestiones contextuales que no pueden abordarse mediante estudios basados en un paradigma de proceso-producto. Este marco consiste en tres características: el contexto de las preguntas, el contenido de las preguntas y las respuestas y reacciones a las preguntas.

Los estudios anteriores sobre las preguntas por parte del docente se centraron en la exposición o el patrón IRE (iniciación, respuesta, evaluación) del discurso (Mehan, 1979) y en la importancia del tiempo de espera para aumentar la reflexión de los estudiantes (Rowe, 1986; Tobin, 1990). Dillon (1985, 1988b) discutió la falta de participación activa de los estudiantes cuando los docentes hacían demasiadas preguntas basadas en el formato IRE. Dillon (1982) también afirmó que la prevalencia de preguntas de evaluación en el formato IRE en el diálogo en el aula puede ser contraproducente para que los estudiantes articulen sus pensamientos. Esta idea es compartida en investigaciones posteriores, como la de Erdogan (2017), que destacan que la estructura

IRE no permite al alumnado hacer sus propias preguntas o expresar sus ideas, o en Alexander (2020).

El propósito de las preguntas por parte del profesorado en clases tradicionales es evaluar lo que los estudiantes saben. El docente formula preguntas cerradas que buscan información, que requieren una respuesta corta predefinida y que generalmente se enfocan en recordar o en niveles cognitivos más bajos. Luego elogia las respuestas correctas y corrige las respuestas incorrectas. Los estudiantes no se ven estimulados a articular sus pensamientos. Los desafíos a sus preguntas son tratados como una amenaza (Baird y Northfield, 1992). El docente avanza a través de una serie de preguntas de acuerdo con una agenda planificada. También es la autoridad que establece los elementos del conocimiento que espera que los estudiantes acepten sin debate debido a su autoridad (van Zee y Minstrell, 1997).

Sin embargo, en aulas donde el enfoque es en diálogos genuinos (Lemke, 1990) o en enfoques de instrucción basados en el constructivismo para el cambio conceptual (Smith et al. 1993), la naturaleza del hecho de preguntar es diferente. En estas clases, la intención del docente es sacar a la luz lo que los estudiantes piensan (como sus explicaciones y predicciones, especialmente si difieren de lo que piensan los científicos), animarlos a desarrollar sus respuestas e ideas anteriores, y ayudar a los estudiantes a construir conocimiento conceptual, como ocurre también en el ejemplo descrito en Kilpela et al. (2023).

Por lo tanto, las preguntas se utilizan para diagnosticar y ampliar las ideas de los estudiantes y para apoyar su pensamiento. Estas preguntas son más abiertas y requieren respuestas de una o dos frases, y el docente involucra a los estudiantes en pensamientos de orden superior (Baird y Northfield, 1992). Se necesita flexibilidad al preguntar a medida que avanza la discusión. El docente ajusta las preguntas para acomodar las contribuciones de los estudiantes y responde al pensamiento de los estudiantes de manera neutral en lugar de evaluativa. Formula preguntas de manera que el poder de evaluar respuestas se traslada del docente a todos los estudiantes que intentan comprender lo que dicen sus compañeros de clase (van Zee y Minstrell, 1997).



Van Zee y Minstrell (1997) describieron un tipo particular de pregunta, el "lanzamiento reflexivo", que generalmente consiste en una estructura de tres partes que

comprende una afirmación del estudiante, una pregunta del docente y afirmaciones adicionales de estudiantes. La metáfora del lanzamiento sugiere que el docente "atrapa" el significado de la expresión previa del estudiante y "lanza" la responsabilidad de pensar de vuelta al estudiante y a todos los presentes en la clase. Los autores mencionados propusieron que esta forma de interrogación podría ayudar a los docentes a avanzar hacia un discurso más reflexivo que ayude a los estudiantes a aclarar sus significados, considerar varios puntos de vista y supervisar su propio pensamiento. Las estrategias de enseñanza asociadas con el discurso reflexivo incluían solicitar las concepciones de los estudiantes, reformular las expresiones de los estudiantes de manera neutral, utilizar preguntas reflexivas e invocar el silencio para fomentar el pensamiento de los estudiantes (van Zee y Minstrell, 1997).

Mortimer y Scott (2003) expandieron la estructura IRE o IRF al identificar la cadena IRFRF, donde la realimentación del docente es seguida por una respuesta adicional de un estudiante. Esta forma es típica del discurso que respalda una interacción dialógica. Como parte de la realimentación, el docente podría repetir el comentario de un estudiante para alentar al estudiante a continuar, desarrollar el comentario o pedir una elaboración. Al establecer este patrón de discurso, el docente puede explorar las ideas de los estudiantes.

La Tabla 1, tomada de Chin (2007), resume las diferencias entre la naturaleza de la interrogación en la enseñanza tradicional versus la enseñanza constructivista o basada en la indagación (Baird y Northfield, 1992; Lemke, 1990; Mehan, 1979; Mortimer y Scott, 2003; van Zee y Minstrell, 1997).

Tabla 1 Comparación de las preguntas del profesorado en la enseñanza tradicional y la constructivista. Según Chin (2007)

	Tradicional	Constructivista/Indagación
Propósito de las preguntas	Evaluar lo que los estudiantes saben	Sacar a la luz lo que los estudiantes piensan, animarlos a desarrollar sus pensamientos y ayudarles a construir conocimiento conceptual Cadena IRCRC
Estructura de la secuencia de interrogación	IRE (docente-estudiante-docente)	
Ajustes en la agenda del docente	Avanzar a través de una serie de preguntas de acuerdo con una agenda planificada	Lanzamiento reflexivo (estudiante-docente-estudiante) Ajustar las preguntas para acomodar las contribuciones de los estudiantes y responder al pensamiento de los estudiantes
Naturaleza de las preguntas y respuestas	Recuerdo, nivel inferior, cerradas con respuesta corta predefinida	Abiertas, involucran a los estudiantes en asumir más responsabilidad en el pensamiento (pensamiento de orden superior); las respuestas son más largas, requieren respuestas de una o dos frases
Respuesta del docente	Elogiar respuestas correctas; corregir respuestas incorrectas; tratar los desafíos de los estudiantes a sus preguntas como amenaza	Retrasar el juicio; aceptar y reconocer las contribuciones de los estudiantes de manera neutral en lugar de evaluativa
Autoridad para juzgar respuestas	El docente es la autoridad y establece afirmaciones de conocimiento que espera que los estudiantes acepten sin debate	Desplazar la autoridad para evaluar las respuestas del docente a todo el alumnado

Yip (2004) describe el uso de preguntas por parte de los docentes que tenían como objetivo inducir un cambio conceptual en los estudiantes que estudiaban biología. Estas preguntas de "cambio conceptual" estaban alineadas con una visión constructivista del aprendizaje y se denominaban preguntas de elicitación, desafío, extensión y aplicación. Incluían aquellas que se utilizaban para conocer las preconcepciones o concepciones alternativas de los estudiantes, desafiar a los estudiantes a resolver puntos de vista inconsistentes, guiar a los estudiantes para establecer relaciones entre el conocimiento existente y un nuevo concepto para así ampliar su base de conocimientos y ayudar a los estudiantes a aplicar un concepto recién adquirido a diferentes situaciones.

Ishiwa (2012) advierte de la posibilidad de interpretar erróneamente que efectos puedan tener las preguntas del profesorado en el aula. Trabajos como el de Wilen (2004) destacan las falsedades sobre a las mejoras atribuidas a las preguntas realizadas en las aulas, afirmando que no es cierto que sean más importantes aquellas preguntas con mayor nivel cognitivo que aquellas de nivel menor, dado que las de menor nivel son necesarias para afianzar conocimientos precisos para alcanzar una mayor comprensión y para evaluar tales conocimientos. El autor mencionado sostiene que tampoco es cierto que se promuevan respuestas de alto nivel cognitivo con preguntas que también sean de nivel cognitivo alto. Ocurre que el alumnado puede tener dificultades para entender las demandas de estas preguntas, y por ello el profesorado debería en primer lugar informar a su alumnado sobre que tipo de respuestas se espera que den a ciertas preguntas. A título de ejemplo, propone que se utilicen términos clave para eliminar las ambigüedades en las contestaciones que se solicitan (por ejemplo: compara, identifica, juzga, predice, etc.).

Vogler (2008) señala que las preguntas del profesorado tendrán más efectos beneficiosos sobre el aprendizaje del alumnado en cuanto aquellos conozcan y pongan en práctica tal herramienta. La importancia de que las preguntas del profesorado se adapten al contexto social y a las características cognitivas del alumnado para tener más efectos positivos es destacado por Oliveira (2010) y Wilen (2004).

2.1.2 Preguntas adjuntas a textos

Ishiwa (2012) señala que las preguntas que se incluyen adjuntas a textos tienen como finalidad orientar el modo en que los lectores procesan los textos. Conseguir que los lectores se involucren en procesos cognitivos de integración, organización y selección de la información del texto es la causa de los efectos positivos de las preguntas adjuntas a textos (Campbell & Mayer, 2009)., de modo que se mejora el aprendizaje. De este modo, en función del tipo de preguntas se potenciará un tipo de procesamiento u otro. Aquellas preguntas que precisen ser procesadas en profundidad, promoverán una mayor comprensión que aquellas que demanden contestaciones simplemente memorísticas. También se explican los efectos de las preguntas adjuntas a textos teniendo en cuenta que dirigen la atención prestada a distintas parcelas del contenido, afectando a la representación del texto que se forma en la mente de quien lo lee (van den Broek et al. 2001).

Las preguntas consideradas de nivel alto, dan lugar a un procesamiento inferencial más relacional, que precisa conectar distintas partes del texto, en contraste con aquellas

de nivel bajo, que piden un procesamiento meramente superficial, enfocándose la contestación en una parte literal del texto (Cerdán et al. 2009; Rouet y Vidal-Abarca. 2002). Friedman y Rickards (1981), obtuvieron que en aquellos casos en que se insertaban preguntas inferenciales, que establecen relaciones entre partes del texto para inferir información, o aspectos que no aparecen en el texto y de parafraseo, en que se cambian las palabras, mejoraba la comprensión respecto al caso en que las preguntas eran de tipo textual, aquellas que únicamente precisan una respuesta literal del texto. También encontraron que insertar preguntas de parafraseo e inferenciales producía mejoras en las respuestas a elementos inferenciales, de parafraseo y textuales, produciéndose lo que denominaron un “efecto de transferencia de nivel”. Estos autores sostienen que es posible influir en el nivel con que los lectores procesan los textos mediante el nivel cognitivo de las preguntas que se incluyan adjuntas a dichos textos.

Por otro lado, Pressley & Forrest-Pressley (1985), dan cuenta de que los resultados positivos obtenidos adjuntando preguntas pueden disminuir cuando las pruebas ocurren en un contexto más natural de clase o cuando se diferencia entre pruebas de evaluación inmediatas y pruebas de evaluación con mayor diferencia de tiempo entre el momento en que se lee el texto y el momento de la evaluación (Jiang & Elen, 2011). Además, cuando se hace una evaluación de lo que se recuerda, esto parece aumentar únicamente con respecto a aquella información que está relacionada con las preguntas (Andre, 1979). También hay investigaciones que no encuentran efecto alguno de las preguntas sobre el aprendizaje que se obtiene (Leonard & Lowery, 1984), o no detectan que se produzcan diferencias entre las diferentes clases de preguntas (Andre et al. 1980).

Hamaker (1986) hace una revisión de estudios y señala que en los casos en que se utilizan métodos variados para evaluar la comprensión en las investigaciones con preguntas de alto nivel, se mantienen los efectos positivos, y que ocurre lo contrario en los estudios con preguntas factuales. Andre (1990), encontró que cuando transcurre un tiempo entre el estudio del texto y la evaluación del aprendizaje, las preguntas de alto nivel (que califica como “de aplicación”) ponen de manifiesto mejoras en el aprendizaje, y que esto no ocurre cuando la evaluación se realiza inmediatamente después. Así, se obtienen resultados diferentes dependiendo de qué tipo de preguntas se formulan y de qué manera se evalúan sus efectos. También se han obtenido resultados distintos según sea la posición de las preguntas en relación al texto (Anderson & Biddle, 1975; van den Broek et al., 2001, Cerdan et al., 2009) o en función de la competencia en lectura de los alumnos.

Van den Broek et al. (2001) encontraron que los lectores con mayor competencia se veían favorecidos cuando había preguntas intercaladas en el texto, mientras que los lectores menos competentes veían entorpecida su comprensión, puesto que las preguntas suponen demandas de atención añadidas.

Allington & Weber (1993); Pressley & Forrest-Pressley (1985) y Vidal-Abarca et al. (2005) hacen revisiones en las que señalan que es necesario considerar varios factores cuando se evalúan los efectos positivos de las preguntas que se adjuntan a los textos, de manera análoga a lo que sucede cuando se hace con los efectos que se dan a las preguntas que formula el profesorado.

2.1.3 Preguntas del alumnado

En el contexto académico, se ha señalado frecuentemente que las preguntas del alumnado son, además de poco frecuentes, en su mayoría de tipo *factual* (Dillon, 1988b; King, 1990). Ishiwa (2012) señala que estas preguntas se dirigen a conseguir datos o información sobre hechos concretos. Son consideradas de bajo nivel, por contraste con aquellas preguntas que se denominan de alto nivel, que promueven el pensamiento y que están involucradas en procesos tales como la generación de inferencias, la asociación de ideas, el análisis, la síntesis o el recuerdo de conocimientos previos. En general, se considera que las preguntas del alumnado no son “buenas preguntas”, cuando no estimulan un aprendizaje profundo.

Graesser y Person (1994) atribuyen estas deficiencias a la existencia de una serie de barreras:

1. Dificultad para identificar sus propias carencias de conocimientos (identificar datos que faltan, discriminar información superflua de la esencial, dificultad para identificar información contradictoria),
2. Temor a formular preguntas (implica una edición social y puede conllevar temor a ser evaluado por sus compañeros),
3. Déficit para adquirir buenas habilidades para hacer preguntas.

típica el número medio es de 26,7 alumnos, la frecuencia en que un alumno hace preguntas es de sólo 0,1 pregunta por hora (Dillon, 1988b)

Pero la capacidad del alumnado de hacer preguntas es mucho mayor de lo que se manifiesta en las clases, como se puede ver en la Tabla 2.

La Tabla 2 muestra tiene la gran influencia del contexto en la generación de preguntas. También la literatura sobre este tema muestra como influyen los factores de tipo cognitivo o metacognitivo (Graesser y Person 1994), aquellos que están relacionados con la motivación por la tarea (Good et al. 1987) o aquellos otros relacionados con la interacción social (Graesser et al. 1992).

Tabla 2 Número de preguntas por persona y hora, hechas por el alumnado en diferentes ambientes y situaciones de aprendizaje.

Situación	Preguntas por persona y hora	Referencia
Clases normales	0,11	Graesser & Person 1994
Clases con debate en secundaria	0,7	Dillon 1988b
Tutorías uno a uno	26,5	Graesser & Person 1994
Programa P&Q de enseñanza por ordenador	135	Graesser et al. 1993

Fuente: elaboración propia

Hay importantes evidencias empíricas de que se producen grandes mejoras en la comprensión, el aprendizaje y en el recuerdo sobre materiales técnicos cuando el alumnado ha sido entrenado previamente para hacer buenas preguntas (Davey y McBride, 1986; King, 1989, 1990; Palincsar y Brown, 1984; Singer y Donlan, 1982).

Como se ha señalado anteriormente, las experiencias en que se enseñan estrategias en el aula, aportan pruebas empíricas y estas pruebas han mostrado que los estudiantes pueden ser enseñados a hacer buenas preguntas y que esta instrucción permite que los alumnos realicen aprendizajes significativos. Por ejemplo, Brown et al. (1986) relatan experiencias donde obtienen buenos resultados en la enseñanza cuando al alumnado se le enseña a hacerse preguntas para activar información con relevancia para el caso. Brown et al. (1986) hacen mención a investigaciones como las de Andre y Anderson (1979);

Collins y Smith (1982) y Palincsar y Brown (1982), investigaciones en las que las preguntas eran actividades sobre un texto, dirigidas por el profesor, y en donde los estudiantes habían recibido instrucción explícita. Entre las instrucciones recibidas, hay una que indica no proseguir con la lectura hasta que se pudiesen contestar las preguntas formuladas sobre cada uno de los fragmentos del texto.

Para Sternberg y Spear-Swerling (1999) cuando los estudiantes buscan la mediación entre las nuevas ideas y las propias, formulan preguntas. A estas preguntas el profesorado responde de maneras diversas. Según estos autores, el modo en que responde el profesorado puede clasificarse en siete niveles, de los que los de nivel superior representarían un mayor grado de intermediación, y ello da mayores oportunidades para que los estudiantes puedan desarrollar sus capacidades de razonamiento de orden superior. Dicho de otra manera, la idea principal es que las personas que intermedian, entre las que están los docentes, deben responder a las preguntas en alguno de los niveles más elevados con lo que se asegura mejores resultados a la hora de fomentar el desarrollo intelectual de los estudiantes. Los distintos niveles de respuesta pueden ser:

- 1) El rechazo a la pregunta.
- 2) La reproducción de la pregunta en la respuesta.
- 3) La admisión del desconocimiento o la presentación de la información.
- 4) La estimulación en la búsqueda de la respuesta mediante autoridad.
- 5) La consideración de explicaciones alternativas.
- 6) La toma en consideración de las explicaciones y de aquellos medios necesarios para evaluarlas.
- 7) La toma en consideración de las explicaciones, de aquellos medios necesarios para evaluarlas y la observación de dichas evaluaciones.

Vemos que los niveles abarcan desde una ausencia de cualquier aprendizaje (por ejemplo: el rechazo y la repetición a la pregunta) siguiendo niveles de aprendizaje rutinario y pasivo (búsqueda de la respuesta mediante autoridad y la consideración de explicaciones alternativas). El nivel 7 permite a los estudiantes ser capaces de razonamientos crítico-analíticos, creativo-sintácticos y práctico-contextuales.

Estos autores abogan para que los alumnos apliquen variedad de estrategias destinada a generar preguntas que impliquen fomentar las capacidades de formular hipótesis, comprobar las mismas, entre otras.

Ishiwa (2012) informa de varios estudios sobre autocuestionamiento en los que se instruye al alumnado para que formulen preguntas de alto nivel. Según Scardamalia y Bereiter (1992), en las investigaciones sobre autocuestionamiento es frecuente tener como objetivo el instruir al alumnado para que formulen por sí mismos aquellas preguntas que hacían los docentes o figuraban en los libros de texto.

En su trabajo, Scardamalia y Bereiter (1992) mostraron como los alumnos son capaces de hacer preguntas de alto nivel que orienten su aprendizaje. Establecieron la diferencia entre dos tipos de preguntas: aquellas que están basadas en el texto y las que están basadas en el conocimiento. En el primer caso, se trata de preguntas que se generan basándose en un texto y por regla general, tratan sobre dicho texto. Se trata de preguntas acerca del significado de algunas palabras o de simples transformaciones gramaticales del texto. En contraposición a ellas, las preguntas basadas en el conocimiento se originan cuando se detectan de discrepancias o carencias en el conocimiento o también cuando se quiere aumentar el propio conocimiento. En uno de los estudios que se recogen en el trabajo de Scardamalia y Bereiter (1992), los estudiantes formularon preguntas sobre un mismo tema, que era las especies que se encuentran en peligro de extinción. En la condición denominada *basada en el texto*, las preguntas se generaron después de que recibieran algunas clases de introducción al tema. En la condición denominada *basada en el conocimiento*, las preguntas se generaron con carácter previo al estudio del tema. Se solicitó a los estudiantes que hiciesen preguntas sobre aquello que precisaran para que mejorase su comprensión del tema, sin tener en cuenta el hecho de saber o no la respuesta, y sin tener oportunidad de acceder a material de ninguna clase.

De acuerdo con las hipótesis del estudio, cuando las preguntas son generadas como parte del trabajo dentro de un tema, el alumnado genera más preguntas del tipo *basadas en el texto*, es decir, preguntas con una respuesta que puede hallarse en los materiales que se expusieron. En el caso en que las preguntas se formulen antes de estudiar un tema, estas preguntas serán del tipo *basadas en el conocimiento*, esto es, preguntas que los alumnos hacen para satisfacer su propia curiosidad. Varios jueces utilizaron una escala de cuatro niveles para puntuar las preguntas formuladas bajo las dos condiciones. La escala contemplaba cuatro dimensiones (complejidad de la respuesta que se requiere, que se pregunte por hechos o por explicaciones, lo interesante que pueda ser la pregunta a juicio de los evaluadores, y el nivel de mejora en el aprendizaje del alumnado en caso de que se contestase a la pregunta). En los resultados se observa como

aquellas preguntas que se generan en condiciones basadas en el conocimiento resultaron con puntuaciones más altas según todos los criterios propuestos. Por ejemplo, únicamente un 4% de las preguntas en la condición basada en texto fueron puntuadas con 3 o más en la dimensión *mejora en el aprendizaje*, en una escala en que 1, significa que no hay contribución al aprendizaje; 2, una contribución pequeña al aprendizaje; 3, significa que se produce una adición significativa al conocimiento y 4, que hay un avance en la comprensión de conceptos. Por contraposición, en la condición basada en el conocimiento, obtuvieron dichos niveles de puntuación de 3 o más un 46% de las preguntas.

Ishiwa (2012) destaca que al comparar investigaciones descriptivas donde se analizan las preguntas del profesorado con investigaciones sobre las preguntas del alumnado, se extraen conclusiones muy parecidas en lo que se refiere al nivel bajo de exigencia cognitiva de las preguntas. Coinciden estas investigaciones en que la mayor parte de las preguntas que se hacen en las aulas son de tipo factual, lo mismo cuando proceden del profesorado (Barnes et al., 1986; Daines, 1986, Alexander, 1992; Kirby, 1996; Myhill & Dunkin, 2005) que cuando lo hacen del alumnado (Tizard et al. 1983). Por ello, podemos considerar que el tipo de preguntas que hace el alumnado es en una buena parte una consecuencia de lo que demanda el profesorado y del contexto de enseñanza (Alexander et al. 1994; Crooks, 1988; Kember, 1996; Van der Meij, 1993).

En la investigación de Alexander et al. (1994), se solicitó a un grupo de docentes en el nivel de secundaria aquellas preguntas que formularían a su alumnado sobre un texto científico que trataba sobre agujeros negros. También se pidió a un grupo de alumnos que formularan aquellas preguntas que pensaban que les harían sus docentes. Resultó que un 81% de las preguntas del profesorado, y un 98% de las preguntas del alumnado, eran preguntas basadas en el texto, aquellas que tienen una respuesta que puede encontrarse explícitamente en el texto. Los autores mencionados llegaron a la conclusión que las preguntas funcionan como señales de aquello que se debe aprender. El alumnado toma conciencia de qué es lo importante para sus profesores, y eso tendrá influencia en el tipo de información a la que prestan más atención.

Aquellas preguntas del alumnado en que se limitan a replicar las que hace el profesorado, no pueden considerarse preguntas *auténticas* o genuinas. Preguntas auténticas son las que se focalizan en lo que quien pregunta quiere saber, porque le causa confusión, curiosidad o interés (Graesser, 1985).

Poole (1994) señala que los patrones que se generan en las aulas, y en particular las preguntas del profesorado, determinan la clase de conocimiento que el alumnado acaba por considerar como relevante. Esta autora analizó las interacciones que ocurrían en las clases entre profesores y estudiantes. Halló que tales interacciones tomaban un formato de “secuencias de preguntas para examinar” o “preguntas sobre información que se conoce”, y en ellas una persona experta pregunta sobre alguna cuestión cuya respuesta ya conoce, y espera obtener dicha respuesta. Poole pudo observar que mediante estas interacciones, algunos conocimientos complejos en su origen, se convertían en unidades de información independientes. La autora señala que dicha transformación responde a una visión positivista del conocimiento. Según este punto de vista, el conocimiento tiene un carácter definitivo, factual y objetivo, donde no caben cuestiones más complejas como las de tipo creativo o hipotético.

Estas investigaciones en que se describen las preguntas que ocurren en un ambiente de clase, proporcionan una visión de lo que puede influir dicho ambiente, de los esquemas manejados por el profesorado, o de cómo se caracteriza el conocimiento, además de qué caracteriza a la información y el tipo de aprendizaje que el alumnado acaba considerando relevante.

Singh (2019) señala que son necesarias más investigaciones, más estudios cualitativos y estudios de caso sobre preguntas de los estudiantes, que nos permitan entender mejor la evolución que se produce en las preguntas del alumnado con la edad y con los avances de curso.

2.2 El concepto de pregunta. Las preguntas de búsqueda de información

La palabra pregunta se refiere a un concepto amplio y heterogéneo, y aunque en la vida cotidiana parece fácil reconocer las preguntas, no ocurre lo mismo cuando se trata de definir o caracterizar las preguntas en la investigación.

Dos aspectos que suelen estar presentes en la definición de pregunta tienen que ver con la forma de la expresión y con su función.

En cuanto a la forma, encontramos elementos fácilmente reconocibles, como la sintaxis, la presencia del signo de interrogación en el lenguaje escrito o la entonación en el lenguaje oral, pero si nos limitamos a ella, estamos excluyendo muchas expresiones que cumplen la misma función, p. ej.:

¿Qué es una pregunta?

Quiero saber lo que es una pregunta

Dime lo que es una pregunta

Las tres frases demandan información sobre las preguntas, pero únicamente la primera está expresada de forma interrogativa.

En cuanto a la función, se suele pensar en que se trata de obtener información, pero existen también muchas expresiones interrogativas en las que la finalidad no es obtener una respuesta informativa, como por ejemplo:

¿Puedes cerrar la puerta?

¿Por qué me habré matriculado en Física?

Graesser et al. (1992) identifican cuatro tipos de preguntas según el mecanismo psicológico que las genera (Tabla 3).

Este tipo de preguntas son similares a las que Flammer (1981) denomina *preguntas prototipo o preguntas explícitas de búsqueda de información*. Estas preguntas, expresadas además (o expresables) en lenguaje oral o escrito, tienen una serie de características fácilmente reconocibles, como la inversión sintáctica del verbo y el signo de interrogación en el lenguaje escrito o la entonación en el lenguaje oral.

Tabla 3. Clasificación de las preguntas en función del mecanismo psicológico que las genera, según Graesser et al. (1992):

Corrección de un déficit de conocimiento: ante un obstáculo en un problema o en nuestros planes, al decidir entre alternativas, lagunas en el conocimiento que necesitamos para alguna acción, contradicción... <i>¿Cómo se despeja x?</i> <i>¿Se llaman niveles o valores?</i>
Establecimiento de una base común entre los participantes en un diálogo: establecimiento de esa base común, confirmación de una creencia, acumulación de conocimiento adicional sobre un tema, evaluación mutua de la comprensión... <i>¿habéis leído algo sobre generación de preguntas?</i> <i>¿entendéis las leyes de Newton? a ver, ¿cuál de ellas se refiere a un objeto que está cayendo?</i>
Coordinación social: peticiones indirectas, consejos, pedir permiso, ofrecimientos, quejas <i>¿podrías dármelo por escrito?</i> <i>¿me dejas intentarlo?</i>
Control de la conversación y de la atención: saludos, pasar el turno de palabra, requerimientos, enfoque sobre las acciones del agente, preguntas retóricas... <i>¿Qué tal estás</i> <i>¿Cómo quieres aprobar, si no estudias</i>

Fuente: elaboración propia

Solo las preguntas del primero de estos grupos están destinadas a obtener información.

Estas preguntas de búsqueda de información se contemplan como presentadas a un compañero que tiene la posibilidad de contestar, dando alguna información específica y son un medio usado por el que pregunta para obtener información específica que le ayude a planear acciones apropiadas hacia ciertos objetivos. Quedan así eliminadas las preguntas retóricas, sugestivas, o las destinadas a complacer al interlocutor.

En este tipo de preguntas, el que pregunta no sólo necesita información, sino que expresa esa necesidad explícitamente (esto excluye preguntas “indirectas”, p.ej. las de examen).

En esa misma línea están las *preguntas genuinas* de Dillon (1986), que resultan del que denomina “*acto genuino de preguntar*”, en el que el que pregunta manifiesta una serie de disposiciones cognitivas, afectivas y de conducta, que serían:

1. Ignorancia (el reconocimiento de no saber). 2. Perplejidad (la experiencia de asombro, incertidumbre, aturdimiento y demás, como consecuencia de no saber). 3. Necesidad (Experimentar la necesidad de conocer). 4. Deseo (La aspiración de saber). 5. Creencia (compromiso con la autenticidad de la pregunta, con su presuposición). 6. Fe (Confianza en que lo desconocido es conocible). 7. Valor (Para afrontar lo desconocido y sus consecuencias, con uno mismo y con el mundo). 8. Deseo (resolución para comprometerse a conocer).

Si falla alguna de estas condiciones, se trataría de un acto de “no preguntar”, o de algún uso distinto de las preguntas (entrevista, examen...).

Tabla 4. Las asunciones sobre las PREGUNTAS PROTOTIPO (preguntas de búsqueda de información) de Van der Meij (1987)

Asunciones sobre la génesis de la pregunta	1.a. Quien pregunta desconoce la información por la que pregunta.
	1.b. La pregunta especifica la información buscada, al menos en cierto grado.
	2. Quien pregunta cree que las presuposiciones de su pregunta son ciertas.
	3. Quien pregunta cree que existe una respuesta.
	4. Quien pregunta desea conocer la respuesta.
Asunciones sobre el preguntar	5. Quien pregunta puede evaluar si una respuesta constituye una contestación .
	6. Quien pregunta hace la pregunta sólo si los beneficios superan a los costes.
	7. Quien pregunta cree que el que responde sabe la respuesta.
	8. Quien pregunta cree que quien responde non dará a respuesta si no se hace la pregunta.
	9.a. Quien pregunta cree que el que responde le va a proporcionar la respuesta.
	9.b. Una pregunta solicita una respuesta.

preguntas, las cinco primeras referidas a la génesis de las mismas, y las cuatro últimas referidas a la acción de preguntar (ver Tabla 4).

Todas estas definiciones recogidas más arriba se refieren, por encima de sus diferencias, a preguntas hechas de buena fe, por alguien que desconoce, o cree desconocer cierta información y que desea obtener esa información en la respuesta a la pregunta que hace.

Las preguntas de búsqueda de información (information seeking questions, ISQ) han sido estudiadas desde múltiples puntos de vista (Van der Meij, 1994, Ishiwa et al. 2012). A título de ejemplo hay estudios descriptivos sobre preguntas hechas por niños pequeños (Davis, 1932; Moch, 1987) o por estudiantes de primaria y de secundaria al leer textos de ciencias (Otero et al. 2004). Otros estudios se centran en preguntas hechas durante las clases (Dillon, 1988b; King, 1994a, b; van der Meij, 1988; Watts et al. 1997), sobre la influencia de las preguntas de los estudiantes en sus propios rendimientos (Leonard & Lowery, 1984; Pressley et al. 1988; Rosenshine et al. 1996), o en la influencia de las preguntas de los profesores en el rendimiento de los estudiantes (Alexander et al. 1994; Harper et al. 2003).

Son estas preguntas de búsqueda de información en las que se centra la presente tesis, es decir preguntas que se hacen por alguien que desconoce o cree desconocer una información y desea obtenerla haciendo la pregunta.

También hemos considerado que son preguntas, como proponen Graesser y Person (1994), no sólo las expresiones interrogativas, (¿Qué es x?) sino también aquellas otras indagaciones que cumplen las condiciones indicadas anteriormente, y que estén expresadas de forma imperativa (Dime lo que es x) o declarativa (Necesito saber lo que es x)

2.3 Modelos de generación de preguntas

En la bibliografía podemos encontrar diferentes modelos de generación de preguntas así como análisis teóricos sobre la generación de preguntas, como el de Flammer (1981) o La France (1992).

Dillon propone en su modelo (Dillon 1988b, Van der Meij y Dillon 1994) que la emisión de preguntas es un acontecimiento ordenado que comprende varias fases (ver figura 1):

a) Aparición de perplejidad, ante una determinada percepción que no encaja en nuestro esquema de cosas. No desemboca necesariamente en la siguiente fase, sino que puede dar lugar a procesos sin pregunta (distraernos, eliminar o suprimir la percepción, resignarnos...)

b) Fase de pregunta, con tres etapas: 1. Sentimiento interrogativo. 2. Formulación verbal de la pregunta y 3. Expresión, verbal o escrita, de la pregunta (este último punto sería el más limitante, y sólo se lleva a cabo un 5% de las veces).

c) Fase de búsqueda y procesamiento de la respuesta y acciones subsiguientes

Graesser et al. (1982) proponen, como se ha señalado anteriormente, cuatro mecanismos principales de generación de preguntas.

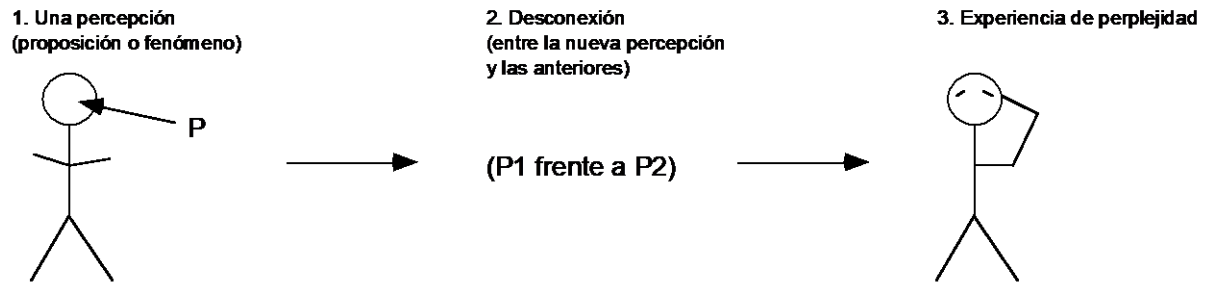
Para el primero de estos mecanismos, el que genera preguntas provocadas por un déficit de conocimiento, proponen un modelo de tres componentes, que sería interactivo, no secuencial (ver figura 2):

- a) Detección de una anomalía
- b) Articulación de la pregunta
- c) Evaluación de costes/beneficios sociales (social editing)

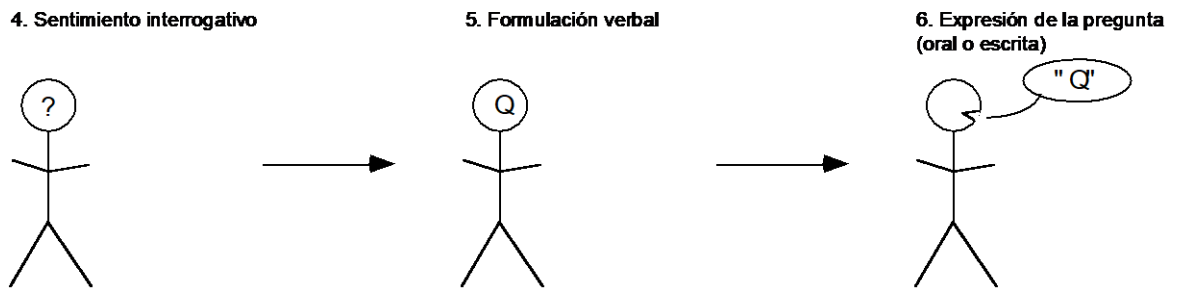
Este modelo es similar al de Dillon, excepto en que Dillon presenta su modelo como “ordenado”, mientras que el de Graesser es explícitamente “no secuencial”.

Figura 1. Modelo de Dillon de generación de preguntas

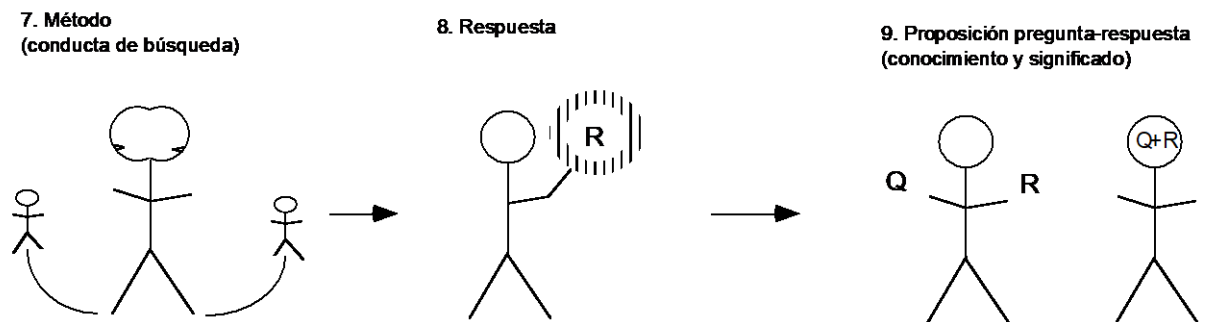
1ª etapa: el comienzo de la pregunta (perplejidad)



2ª etapa: el desarrollo de la pregunta (preguntar)



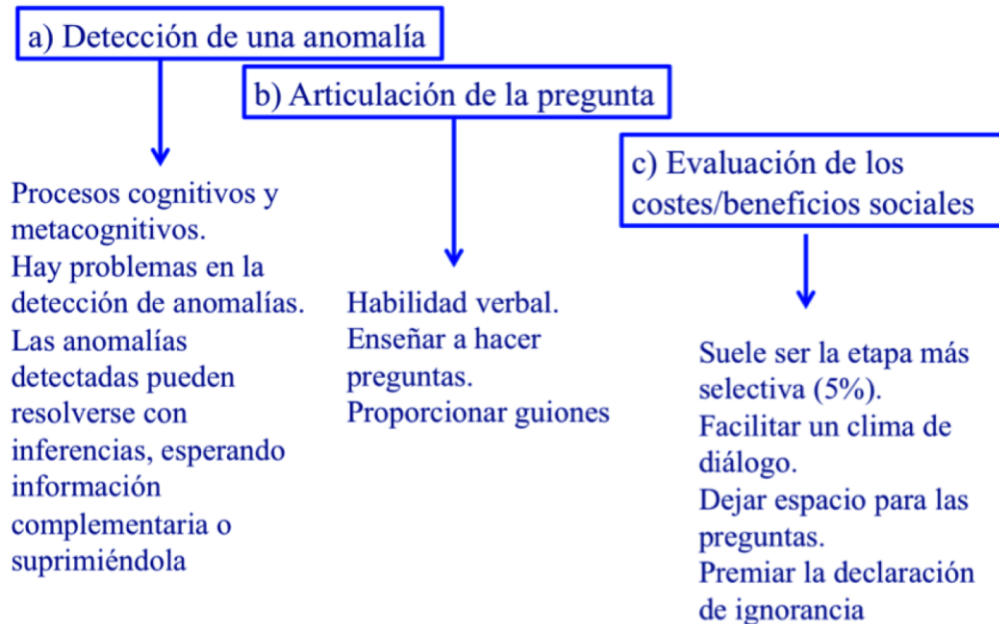
3ª etapa: búsqueda y procesamiento de una respuesta



Fuente: adaptado de Van der Meij (1994)

Figura 2

Mecanismo de generación de preguntas causadas por un déficit de conocimiento: (Graesser, Person, Huber 1992)



Fuente: elaboración propia

En cuanto a los otros tipos de elaboraciones teóricas, Flammer (1981), que se centra en las preguntas prototipo o preguntas explícitas de búsqueda de información comentadas anteriormente, propone una serie de postulados sobre las preguntas que se reflejan en la Tabla 5. Los postulados los presenta en dos bloques. El primero contiene postulados referidos a la información por la que se pregunta y el segundo contiene los postulados que se refieren al hecho de preguntar, que “esbozan el camino desde una pregunta latente hasta que la pregunta se hace”.

Tabla 5. Postulados de Flammer sobre la generación de preguntas

Sobre la información por la que se pregunta	• 1. Las preguntas se refieren a información de la que carece quien las hace. • 2. Las preguntas presuponen disponer de algún conocimiento. • 3. Las preguntas se formulan de modo que el rango de respuestas posibles es más pequeño que el de todas las afirmaciones que puede hacer el que responde. • 4. El conocimiento necesario para preguntar por información específica no puede estar simplemente “cerca” de la información buscada, sino que ha de indicar la “localización” de la información requerida. Típicamente un conocimiento de “alto nivel” identifica una falta de conocimiento de “bajo nivel”. • 5. Un caso especial de falta de conocimiento se refiere a la necesidad de aclarar conocimiento contradictorio. • 6. La clase de conocimiento que falta, sobre el que se ha de preguntar, incluye también conocimiento a bajo nivel de confianza.
Sobre la acción de preguntar	• 1. No basta con que falte información, sino que el sujeto ha de sentir subjetivamente que le falta. • 2. Se puede inferir antes que, o en vez de, preguntar. • 3. La falta de conocimiento puede corresponder a falta de confianza. El nivel crítico de confianza puede covariar con diferencias individuales. También puede depender de la importancia para futuras acciones. • 4. Saber a quién preguntar. (metacognición) • 5. Tolerancia para “no preguntar” • 6. Hay otras alternativas a las preguntas: se puede buscar en libros, o investigar (a veces es el único camino).

Fuente: elaboración propia

Los postulados 2 y 4 del primer bloque podemos relacionarlo con la fase de “desconexión entre la nueva percepción y las anteriores” del modelo de Dillon. Parece claro que para que pueda haber desconexión tendrá que haber información “antigua” que no conecte con la “nueva”. Pero el postulado 4 resulta especialmente preciso, al indicar que la información que tenga el sujeto ha de ser de “nivel superior” a la que le falta, permitiendo la detección de la laguna de “nivel inferior” por la que preguntar. Esto supone una concepción del conocimiento como una estructura jerárquica, como los “script”, los

esquemas, etc. Este hincapié en la necesidad de poseer información para poder hacer una pregunta es también señalado por La France (1987) cuando afirma que “las preguntas derivan del conocimiento más que de la ignorancia”.

En lo que se refiere a los postulados del segundo bloque, coinciden básicamente con lo expresado en el modelo de Dillon, recalcando que en la secuencia de etapas que conducen a una pregunta hay muchas posibles salidas intermedias.

Ram (1991) propone un modelo de generación de preguntas en que las considera objetivos para aprender. Las preguntas son huecos que quien razona tiene que llenar en su propósito de variadas tareas de razonamiento. Su teoría de las preguntas tiene tres componentes:

- Una teoría del contenido que describe la naturaleza de las preguntas y las preguntas reales que puede hacer quien razona en una situación determinada
- Una teoría de procesamiento computacional que describe el proceso de generación de preguntas, el manejo de las preguntas en la memoria y la interacción de las preguntas con el aprendizaje y la comprensión
- Un modelo de implementación que desarrolla un programa que incorpora las teorías del contenido y del procesamiento.

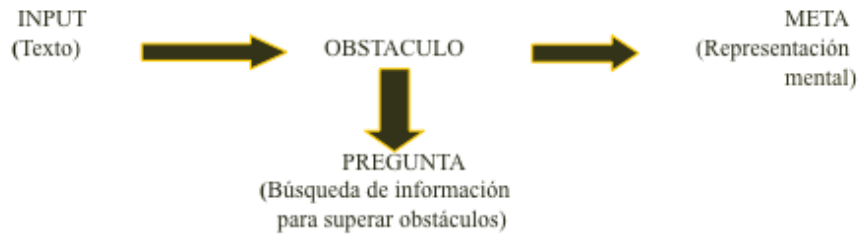
Otro modelo sobre la generación de preguntas es el modelo denominado PREG, de Otero y Graesser (2001). Los autores diseñan este modelo para explicar aquellas preguntas que se hacen cuando se leen textos expositivos. El modelo parte de que las preguntas nacen de las discrepancias entre los conocimientos previos del lector la representación que este lector construya del texto. Las preguntas de búsqueda de información pueden conceptualizarse como acciones para superar obstáculos en el camino hacia una meta.

Ante una entrada de información (un texto), el lector trata de construir una representación mental. En ese intento pueden surgir obstáculos, y las preguntas serían un método de conseguir información que permita superar tales obstáculos.

Si representamos el procesamiento del texto como un proceso en tres niveles, que comienza en la representación literal, continúa a nivel del significado (base del texto) y acaba con un modelo de la situación del mismo, se predicen distinto tipo de preguntas según la fase del proceso en que ocurren (ver Figura 3 y Figura 4)

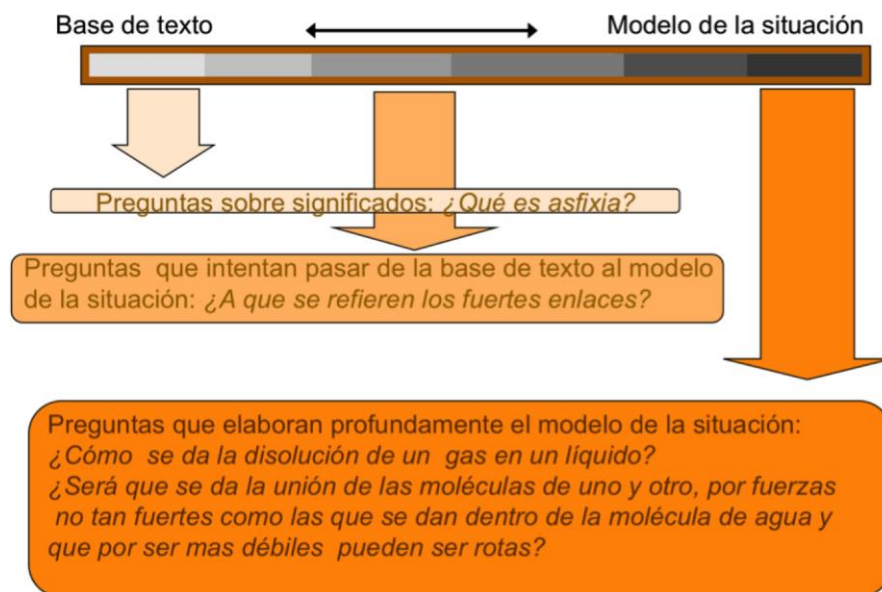
Figura 3. Modelo generación de preguntas de Otero y Graesser (2001)

Las preguntas de búsqueda de información pueden conceptualizarse como acciones para superar obstáculos en el camino hacia una meta



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Según el modelo PREG, distintos niveles de procesamiento originan distinto tipo de preguntas



Fuente: elaboración propia

Van der Meij (2004) señala que hay varios modelos que describen los momentos clave o fases de la generación de preguntas. Algunos de estos modelos son genéricos o independientes del dominio, mientras que otros son específicos de un dominio concreto. Sobre los modelos genéricos, distingue entre los que provienen de la investigación sobre alfabetización de la información (information literacy), los que provienen de la investigación sobre generación de preguntas y los modelos que reflejan aproximaciones a la investigación científica.

Un ejemplo de los modelos que se relacionan con la alfabetización de la información es el "Big Six" de Eisenberg y Berkowitz (1990). "Big Six" se concentra en las etapas por las que hay que pasar cuando se busca información:

1. Definir la necesidad.
2. Localizar las fuentes.
3. Seleccionar la información.
4. Organizar la información.
5. Usar la información.
6. Evaluar el producto y el proceso.

Un ejemplo de modelo que refleja las aproximaciones a la investigación científica puede ser el de White y Frederiksen (2000), que se concentra en los procesos de indagación de la investigación experimental clásica. Esto lleva a la distinción en los momentos de Pregunta, Predice, Experimenta, Modeliza y Aplica. Es frecuente encontrar este modelo en estudios con simulaciones por ordenador.

2.4 Factores que condicionan la emisión de preguntas

El hecho, ampliamente documentado, de que las preguntas de los estudiantes sean a la vez infrecuentes y poco sofisticadas es explicado en la bibliografía en función de una serie de factores, que podemos agrupar en tres tipos: factores de tipo cognitivo y metacognitivo, factores relacionados con la motivación y el interés por la tarea y factores relacionados con la interacción social.

a) Factores de tipo cognitivo y metacognitivo:

Graesser y Person (1994) señalan como factores que actúan como una barrera a la emisión de preguntas, la dificultad de los estudiantes para identificar sus propios déficits de conocimiento, para detectar información contradictoria o para discriminar entre información necesaria y superflua. Otra barrera, según los mismos autores, es la que supone la falta de destreza en hacer buenas preguntas. Cuando estas destrezas se enseñan, se obtienen mejoras sustanciales en el número y en la calidad de las preguntas (King, 1994b).

La capacidad verbal (verbal ability) es otro factor señalado por varios autores como importante en la generación de preguntas, aunque la investigación experimental sobre la influencia de dicha capacidad en la generación de preguntas ofrece resultados equívocos (Van der Meij & Dillon, 1994)

b) Factores relacionados con la motivación y el interés por la tarea :

Lehwald (1977, como se cita en Neber 1987) encontró factores de motivación, además de los de tipo cognitivo, como determinantes de la emisión de preguntas.

Good et al. (1987) señalan que las preguntas de los estudiantes son reflejo de dos procesos importantes. Por un lado del grado en que los estudiantes tratan de entender sus tareas y comunicarse con el profesor y por otro de las posibilidades de éxito y el interés general en el trabajo asignado.

c) Factores relacionados con la interacción social.

El desarrollo habitual de las clases supone un contexto poco propicio para que los estudiantes hagan preguntas. Los ciclos, reglas y normas de clase excluyen las preguntas de los estudiantes (Dillon, 1988a).

Graesser et al. (1992) señalan una serie de factores que inhiben el que los estudiantes hagan preguntas en clase. Un primer factor es el reconocimiento en público

de la carencia de conocimiento, otro factor es que el hacer preguntas se sienta como una imposición al instructor, que generalmente no quiere ser molestado con las preguntas y que puede suponer una menor probabilidad de recibir ayuda en el futuro, cuando tal vez se necesite una respuesta de forma más imperiosa.

Van der Meij (1988) da cuenta también de una serie de factores que los propios estudiantes señalan como inhibidores de la emisión de preguntas. Uno de ellos son las dudas sobre la competencia, otro la reacción, otro la voluntad de responder o el grado de ocupación de quien ha de responder. Estas cuestiones están relacionadas con la independencia o la personalidad de quien pregunta y las cuestiones como el temor a causar una mala impresión o a romper las reglas de clase.

2.5 Efecto de la generación de preguntas sobre otros elementos del aprendizaje

Muchas investigaciones recogen los efectos de trabajar en las aulas la generación de preguntas con otras variables del aprendizaje, como por ejemplo la comprensión de textos o la resolución de problemas, como se recoge en las revisiones de Chin & Osborne (2008) y de Herranen & Aksela (2019).

King (1991), estudia los efectos de proporcionar guías u orientaciones para hacerse preguntas (guided questioning) a alumnado de 5º grado en su capacidad para resolver problemas. En este estudio observó que los alumnos a quienes se proporcionó un conjunto de preguntas generales para que las usaran como modelo (question prompts) durante la resolución de problemas, mostraron mayor capacidad en el post test que aquellos a quienes se dijo simplemente que se hicieran preguntas entre ellos o que aquellos que no recibieron instrucción alguna. La investigación muestra cómo la estrategia de guiar la realización de preguntas mejora el proceso y los resultados de la resolución de problemas.

Koch y Eckstein (1991), en un estudio realizado con alumnado universitario, observan mejoras significativas en la comprensión de textos de física, después de, o bien clasificar sus propias preguntas en tres categorías preasignadas, o bien hacer preguntas a sus compañeros. Estudios posteriores, como por ejemplo Song et al. (2017), revelan una efectividad similar de la generación de preguntas en la comprensión lectora de los estudiantes, aunque también hay algún estudio que muestra un efecto pequeño o nulo de la generación de preguntas en los resultados de comprensión lectora (Chiu et al. 2016).

King y Rosenshine (1993), en un estudio realizado con estudiantes de 5º grado, dan cuenta de mejoras en las explicaciones dadas en las discusiones, en la comprensión post-test y los mapas de conceptos entre aquellos a quienes se proporcionaron guiones de preguntas (question stems) más elaborados, del tipo

¿En qué se parecen..... y?

frente a los que recibieron guiones menos elaborados como *¿Por qué...?*, *¿Qué...?*

o *¿Cómo...?*

King y Rosenshine (1993) y King (1994b) en sus investigaciones con alumnado de 4º y 5º grado que estudia ciencias, encuentran que cuando los estudiantes usan

preguntas que les guían a conectar ideas dentro de una lección o ideas de la lección y sus conocimientos previos, se favorece su aprendizaje. Estos efectos son mayores en el caso de preguntas que conectan con el conocimiento previo. (Chin y Osborne, 2010)

Person et al. (1994), estudian las preguntas de estudiantes universitarios de métodos de investigación, en sesiones de tutoría. Encuentran una correlación positiva entre la proporción de preguntas de razonamiento profundo del esquema de Graesser et al (1992) y el rendimiento de los estudiantes, aunque concluyen que la mejor fuente para inferir la comprensión de los estudiantes no son las preguntas que hacen, sino las respuestas que dan.

King (1994b), describe el trabajo con estudiantes de 4º y 5º grado, en ciencias. Cuando se les enseña a hacer preguntas con guiones (question prompts) para que accedan al conocimiento previo y conecten ideas, en contextos de grupos interactivos, observan una construcción del conocimiento significativamente más compleja. Ello le lleva a pensar en una correspondencia entre el nivel de construcción de conocimiento y el nivel de hacer preguntas.

Rosenshine et al. (1996) hacen una revisión de trabajos en que se comprueban los efectos que produce en la comprensión por los estudiantes de párrafos o pasajes, el hecho de enseñar a estos estudiantes a generar preguntas sobre los párrafos que leen. Incluyen en la revisión un total de 26 estudios, todos ellos con grupo de control y con medidas que incluyen transferencia a un caso nuevo.

Los estudios revisados abarcan alumnado desde el tercer grado hasta la universidad.

Como resumen global de los resultados, enseñar al alumnado a generar preguntas sobre el texto que han leído, produce en mejoras de la comprensión. La mediana del tamaño del efecto es de 0,36 si se usan tests estandarizados y de 0,86 si se usan tests de comprensión diseñados por los experimentadores.

Otros estudios dan cuenta de otro efecto en principio más esperable: el entrenamiento en hacer preguntas consigue que los estudiantes hagan mejores preguntas. Es el caso por ejemplo del trabajo de Hartford y Good (1982), quienes encuentran mejoras en la capacidad de los estudiantes de química de secundaria de formular más y mejores preguntas de investigación, después de enseñarles a hacer preguntas. Encuentran asimismo que esta capacidad no está relacionada con el nivel de desarrollo piagetiano.

En esta línea de obtener mejoras en la capacidad de generar preguntas coinciden los estudios de Allison y Shirley (1986) con alumnado de ciencias de 5º y 6º grado, los de Cuccio-Schirripa y Steiner (2000) con alumnado de 7º grado o los obtenidos por Gillies et al.(2014) con alumnado de ciencias de 7º grado.

2.6 Variables que influyen en la generación de preguntas

Chin y Osborne (2010) incluyen esta área en su revisión sobre las investigaciones sobre preguntas.

Se encuentran investigaciones que estudian el efecto de variables como el estilo de enseñanza o el rendimiento académico en la generación de preguntas.

En lo que se refiere a la influencia de factores relacionados con la tarea, Miyake y Norman (1979) investigan las preguntas de estudiantes universitarios de psicología que aprenden con un manual de un procesador de textos. Utilizan dos versiones del manual, una fácil y otra difícil. En este estudio los resultados muestran que aquellos sujetos que recibieron entrenamiento previo hacen más preguntas con el manual difícil (media de 19,1) que con el fácil (media de 6,5), mientras que los que no recibieron entrenamiento preguntan más con el manual fácil (media de 20,9) que con el difícil (16,2). Los autores señalan que para hacer preguntas, saber demasiado poco supone tanta desventaja como saber demasiado.

Graesser y McMahan (1993) estudian como afecta la inclusión de información anómala en los materiales de trabajo en el número de preguntas que hacen estudiantes universitarios mientras resuelven problemas cuantitativos de álgebra o estadística o mientras comprenden relatos. Utilizan diferentes versiones del problema o del relato:

- a) Versión original
- b) Eliminación de información crítica
- c) Añadido de información contradictoria
- d) Añadido de información irrelevante

En el estudio se realizan cuatro experimentos, y obtienen que el número de preguntas que se hacen con las versiones manipuladas es siempre mayor que con la versión original. Los autores señalan que los resultados son consistentes con un modelo

de generación de preguntas de tres componentes: 1. Detección de una anomalía, 2. Articulación de la pregunta, 3. Edición social.

Van der Meij y Dillon (1994), estudian la influencia de la capacidad verbal en la generación de preguntas por parte de alumnos de 11º grado durante una tarea que consistía en encontrar sinónimos. Encuentran que la capacidad verbal (verbal ability) del alumnado es un factor significativo en la generación de preguntas: mientras que los estudiantes con baja capacidad hacen preguntas necesarias en el 40% de las ocasiones requeridas, los de capacidad alta lo hacen en el 70% de las ocasiones. Y los estudiantes de baja capacidad hacen las mismas preguntas innecesarias para problemas fáciles y difíciles, mientras que los de alta capacidad suben del 34 al 60%.

Por lo que se refiere a la influencia del rendimiento escolar, Harper et al. (2003) investigan, con estudiantes universitarios de física, la influencia del rendimiento escolar (achievement) en las preguntas generadas, y no encuentran correlación entre el rendimiento y el número de preguntas que hacen.

En cuanto a la forma de abordar el aprendizaje (learning approach), Chin et al. (2002) estudian esta relación entre la forma de abordar el aprendizaje y las preguntas con estudiantes de ciencias de 8º grado. Observan que las preguntas de información básica son típicas de una forma superficial de abordar el aprendizaje, mientras que las “preguntas de asombro” (wonderment questions) se relacionan con un abordaje profundo del aprendizaje.

Pedrosa de Jesus et al. (2004) investigan con estudiantes universitarios de química la relación entre los estilos de aprendizaje y las preguntas, así como la influencia del rendimiento escolar (achievement) en las preguntas generadas, y no encuentran correlación entre el rendimiento y el número de preguntas que hacen.

También hay trabajos que valoran la influencia de los estilos de enseñanza:

En este grupo están las investigaciones de Marbach-Ad y Sokolove (2000a) con alumnado universitario de Biología. Los alumnos del grupo de aprendizaje activo hacían mejores preguntas que los que recibían una clase tradicional.

Glaubman et al. (1997) investigan las preguntas de alumnado de educación infantil, entre los 4 y los 6 años de edad. Utilizan dos tratamientos diferentes y un grupo de control. Uno de los tratamientos utiliza un entrenamiento basado en un modelo

estructurado con base teórica y ello supone un entrenamiento metacognitivo. Clasifican las preguntas, según su calidad, en una escala de cuatro niveles.

Obtienen para el alumnado del tratamiento metacognitivo una mejora en la puntuación de las preguntas que hacen significativamente mayor entre el pretest y el posttest que la de los otros grupos. El alumnado del tratamiento metacognitivo hace también más preguntas de nivel medio-alto y de nivel superior

También Hofstein et al. (2004) obtienen preguntas más sofisticadas en el grupo de indagación en el laboratorio que en el grupo que recibe instrucciones procedimentales. Hofstein et al. (2005) obtienen también resultados en esa línea

Las investigaciones de Pedrosa de Jesús et al. (2003) o Pedrosa de Jesús et al (2005), comprueban cómo la incorporación de las preguntas del alumnado universitario de química a la enseñanza mejora la cantidad y la calidad de las preguntas

Brill y Yarden (2003) observan que los estudiantes de biología de 11º y 12º grado que estudian usando artículos de investigación hacen preguntas de más alto nivel, tanto durante la instrucción como después de la misma, comparadas con las que hacían antes de la misma. Este efecto de mejora no se observa en aquel alumnado que estudia usando el libro de texto.

Kaberman y Dori (2009) estudian el efecto de una enseñanza basada en estrategias metacognitivas en la generación de preguntas complejas por parte de alumnado de química de 12º grado. En la investigación, en la que participaron 793 estudiantes en el grupo experimental y 138 en el grupo de control, comprueban que los estudiantes mejoran significativamente su capacidad para generar preguntas, así como el nivel de complejidad de las mismas. También encuentran una diferencia significativa a favor del grupo experimental.

Ishiwa et al. (2012) estudian la influencia que tienen los objetivos de los lectores en las preguntas que hacen. Los participantes son 183 estudiantes universitarios que leen textos científicos en dos condiciones: bien con la finalidad de comprenderlos o bien con la finalidad de resolver problemas. Encuentran que los estudiantes realizan un número mayor de preguntas de explicación en la condición de "comprender" que en la de resolver problemas.

2.7 Antecedentes: ¿Qué preguntan? Naturaleza y tipo de preguntas

Si queremos describir las preguntas que hacen los estudiantes, más allá de enunciarlas todas, es fundamental clasificarlas según algún tipo de criterio. Es por ello que uno de los aspectos de que se ocupa la investigación sobre preguntas de los estudiantes tiene que ver con la clasificación de las preguntas según su naturaleza y su tipo.

Se han propuesto taxonomías para las preguntas desde los diversos campos, además de la educación, en que hay interés por la generación de preguntas, como la inteligencia artificial, la lingüística computacional o el procesamiento del discurso (Graesser et al. 2008).

Centrándonos en la educación, las propuestas de categorización para las preguntas de los estudiantes son muy numerosas. Ocurre con frecuencia que cada investigador o grupo de investigadores diseñe unas categorías propias, en vez de usar las categorías de alguna investigación anterior. Esto conduce a una proliferación de categorizaciones, pero que se usan en pocas investigaciones.

A continuación resumimos algunas clasificaciones que encontramos en la bibliografía.

Hofte (1985, como se cita en Costa, 1993) analiza las preguntas espontáneas que hacen los estudiantes de ciencias a los profesores, y las clasifica en seis grupos:

- preguntas informativas (sobre expectativas o sobre conocimiento factual)
- preguntas de explicación (por ejemplo. ¿cómo obtienes la respuesta?)
- preguntas de confirmación (por ejemplo: ¿la tensión se mantiene igual, verdad?)
- preguntas que piden la repetición de información
- preguntas relacionadas con la legibilidad y la audibilidad
- preguntas que piden al profesor que haga algo

Baird y Mitchell (1986), en el proyecto PEEL, para promover la mejora en el aprendizaje de las ciencias, dan un papel relevante a las preguntas del alumnado, que clasifican en tres grupos:

- ✓ Preguntas informativas (fact questions):
 - a menudo se contestan con una o dos palabras y la respuesta está en una página concreta del libro o en los apuntes
 - la respuesta a la pregunta sólo puede ser correcta o incorrecta
 - la pregunta suele comenzar con qué, dónde o cuándo

- ✓ Preguntas parcialmente reflexivas (partly fact, partly thinking questions)
 - suelen contestarse en una o dos frases
 - la respuesta no está en una página del libro o de los apuntes, pero si has entendido en trabajo, la sabrás
 - la respuesta será correcta si está bien explicada y has entendido el trabajo, pero podría ser incorrecta
 - la pregunta suele empezar por cómo.

- ✓ Preguntas reflexivas (thinking questions)
 - a menudo requieren una contestación de un párrafo
 - la respuesta a la pregunta no está en el libro o en los apuntes
 - la respuesta siempre será correcta si tiene sentido, de acuerdo con el libro o los apuntes, y está bien explicada
 - la pregunta a menudo empieza por qué o qué pasa si...

Davey y Mc Bride (1986) en su investigación con alumnado de 6º grado a quienes entrenan en generación de preguntas, utilizan dos categorías para clasificar las preguntas:

- literal (que supone localizar información en el texto)
- inferencial (conectar información)

Good et al. (1987) estudian las preguntas del alumnado de 22 aulas de niveles desde educación infantil hasta grado 12. Clasifican las preguntas del alumnado en nueve tipos:

- preguntas de explicación, que piden significados o razones que ayuden a los estudiantes a entender conceptos, ideas, tareas o procedimientos
- preguntas de información, que solicitan información académica específica
- preguntas de aclaración, piden aclaración de informaciones dadas por el profesor o por otros
- preguntas de confirmación, buscan confirmación de una respuesta o de una tarea
- preguntas de procedimiento, tienen que ver con los procedimientos de la clase
- preguntas de curiosidad ajena a la tarea, muestran interés académico, pero sin relación con la tarea inmediata
- preguntas de distracción, que tratan de distraer al docente o a los demás de la tarea
- preguntas de atención centrada en la tarea, que enfocan la atención en el estudiante
- preguntas de atención ajenas a la tarea, que también enfocan la atención en el estudiante

Esta categorización de Good et al.(1987) es usada también por Pearson y West (1991) cuando estudiaron los efectos del género en la generación de preguntas en 15 clases universitarias de comunicación, en las que participaron 331 estudiantes y 15 docentes.

Fishbein et al. (1990) presentan su investigación con estudiantes universitarios de psicología que tenían que aprender un juego de cartas. Clasifican las preguntas de los estudiantes en abiertas o cerradas.

Ram (1991) estudia las preguntas que hacen los lectores que tratan de entender relatos de prensa. Propone cuatro objetivos de conocimiento para los lectores, y en función de ellos, los correspondientes tipos de preguntas:

- preguntas sobre el texto
- preguntas de recuerdo
- preguntas de explicación
- preguntas de relevancia

Barba y Cardinale (1991), de acuerdo con la taxonomía de Bloom (1956), utilizan seis categorías, tres de nivel bajo y tres de nivel alto

nivel bajo	conocimiento
	comprensión
	aplicación
nivel alto	análisis
	síntesis
	evaluación

Pizzini y Shepardson (1991) investigan las preguntas del alumnado de 5º a 8º grado que siguen un método de resolución de problemas. Las clasifican de acuerdo con la propuesta de Costa (1985) basada en el nivel cognitivo en:

- entrada (input)
- procesamiento (que supone conectar información)
- salida (output)

Scardamalia y Bereiter (1992) investigan las preguntas de alumnado de 5º y 6º grado. En el artículo en que reflejan tres experimentos realizados, proponen tres clasificaciones diferentes para las preguntas:

Una primera clasificación sería:

- basadas en el texto
- basadas en el conocimiento

La segunda clasificación sería:

- información básica
- asombro

La tercera clasifica las preguntas según su valor educativo:

- que suponga un avance en el conocimiento
- que busque hechos o causas/explicaciones
- según el interés
- que requiera complejidad en la búsqueda de la respuesta

La segunda de estas clasificaciones de Scardamalia y Bereiter es usada posteriormente por otros autores, como Chin et al. (2002) en su investigación sobre las preguntas de alumnado de 6º grado en tareas de ciencias:

- información básica: factuales y procedimentales
- de asombro: explicación, predicción, detección de anomalías, aplicación, planificación

También Aguiar et al. (2010) en su investigación sobre las interacciones ocurridas en las clases de física de 7º y 9º grado utilizan la clasificación mencionada de Scardamalia y Bereiter (1992).

Graesser et al. (1992) proponen una clasificación con 18 categorías, en función del contenido de la información buscada. Esta es uno de los ejemplos de uso de una categorización en varias investigaciones, tanto de aquellas en que participan algunos de los investigadores que hacen la propuesta, como Person et al. (1994), que clasifican las preguntas de estudiantes universitarios de métodos de investigación, en sesiones de tutoría, según el esquema de 18 categorías de Graesser et al. (1992).

Tabla 6. Categorías de Graesser, Person & Huber y versiones posteriores

	Graesser, Ozuru & Sullins 2009	Graesser, Person & Huber 1992	Graesser & Person 1994	
superficiales	1. Verificación	1. Verificación	1. Verificación	respuesta corta
	8. Comparación	2. Comparación	7. Comparación	
	2. Disyuntiva	3. Disyuntiva	2. Disyuntiva	
	3. Completar un concepto	4. Completar un concepto	3. Completar un concepto	
intermedias	7. Definición	5. Definición	6. Definición	respuesta larga
	4. Ejemplo	6. Ejemplo	8. Ejemplo	
	9. Interpretación	7. Interpretación	9. Interpretación	
	5. Especificación de aspectos	8. Especificación de aspectos	4. Especificación de aspectos	
profundas	6. Cuantificación	9. Cuantificación	5. Cuantificación	preguntas de razonamiento profundo DRO
	10. Antecedente causal	10. Antecedente causal	11. Antecedente causal	
	11. Consecuencia causal	11. Consecuencia causal	12. Consecuencia causal	
	12. Orientación al objetivo	12. Orientación al objetivo	13. Orientación al objetivo	
	14. Capacitar..	13. Capacitar	14. Capacitar.	
	13. Instrument., procediment	14. Instrumental, procedimental	15. Instrument. procediment.	
	15. Expectativa	15. Expectativa	16. Expectativa	
	16. Enjuiciamiento	16. Enjuiciamiento	10. Enjuiciamiento	
		17. Aserción	17. Aserción	
		18. Petición	18. Petición	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 6 se muestra la categorización original de Graesser et al.(1992) en el centro, y dos versiones posteriores de la misma, con ligeras variaciones.

King y Rosenshine (1993) y King (1994b) en su investigación con alumnado de 4º y 5º grado que estudia ciencias, clasifican las preguntas en tres tipos:

- preguntas de integración: van más allá de lo que se hace explícito en la lección, conecta ideas, pide explicaciones, inferencias, justificaciones, etc.
- preguntas de comprensión: piden la definición o descripción de un proceso o un término
- preguntas factuales: referidas a recordar información cubierta explícitamente en la lección

Van der Meij y Dillon (1994), estudian las preguntas de 50 alumnos de 11 grado durante una tarea que consistía en encontrar sinónimos. Utilizan dos clasificaciones, necesarias e innecesarias por un lado y beneficiosas o perjudiciales por otro.

West y Pearson (1994) investigan las preguntas de estudiantes universitarios y las condiciones, tanto que anteceden a la pregunta como las que siguen a la misma. En su investigación participan 628 estudiantes de 30 clases. Clasifican las preguntas en 6 grupos:

- preguntas sobre procedimientos de aula
- preguntas de búsqueda de información sobre el contenido
- preguntas de clarificación
- preguntas de confirmación
- preguntas sobre el punto de vista u opinión del profesor
- desconocidas/otros

Watts et al. (1997), clasifican las preguntas según las distintas fases en el proceso del cambio conceptual en

- preguntas de consolidación: intentan ordenar los aspectos conceptuales, clarificarlos, confirmar explicaciones y consolidar la comprensión de nuevas ideas
- preguntas de exploración: utilizan una base consolidada a la que han llegado, para hacer incursiones en el terreno de alrededor, tratando tanto de expandir como de probar los constructos que han formado
- preguntas de elaboración: aún mayor cambio. Son intentos de reconciliar diferentes comprensiones o de resolver conflictos. Examinan argumentos y contraargumentos

Glaubman et al. (1997) investigan las preguntas de alumnado de educación infantil, entre los 4 y los 6 años de edad. Utilizan dos tratamientos diferentes y un grupo de control. Clasifican las preguntas, según su calidad, en una escala de cuatro niveles:

- nivel mínimo, preguntas mecánicas y de memorización, sin estructura de interrogación
- nivel medio-bajo, preguntas de recuerdo o comprensión cuya respuesta es si/no o una sola palabra
- nivel medio-alto, preguntas de comprensión convergentes que requieren respuestas de una o dos frases

- nivel superior, preguntas divergentes que implican aplicación, análisis, síntesis o evaluación.

Dori y Herscovitz (1999) estudian las preguntas de estudiantes de 10º grado que estudiaban un tema medioambiental de modo cooperativo. Para clasificar las preguntas utilizan un esquema más complejo, que supone tres dimensiones: orientación, relación con el estudio de caso y complejidad. En cada dimensión las clasifican en varias categorías:

Orientación:

- descripción del fenómeno o del problema
- peligros
- tratamiento y/o soluciones

Relación con el estudio de caso:

- la respuesta se da en el estudio de caso
- parte de la respuesta se da en el estudio de caso
- la respuesta no se encuentra en el estudio de caso

Complejidad:

- aplicación y/o análisis
- enfoque interdisciplinar
- juicio o evaluación
- tomando postura y/o opinión personal

Marbach-Ad y Sokolov (2000a, b) exploraron los tipos de preguntas escritas que hicieron los estudiantes después de leer uno o más capítulos de su libro de texto, e investigaron la capacidad de los estudiantes de mejorar sus preguntas. Su categorización parcialmente jerárquica incluye ocho categorías de preguntas.

- basada en un malentendido o confusión (misunderstanding)
- pregunta de definición simple
- pregunta de definición compleja
- motivaciones o intenciones

- preguntas evolutivas
- buscando más información
- preguntas reflexivas (thoughtful)
- preguntas de investigación

Las categorías de nivel de pensamiento inferior incluyen preguntas sobre definiciones, conceptos o hechos explicados íntegramente en el libro de texto. Las preguntas de nivel más alto eran resultantes de un pensamiento ampliado y de sintetizar el conocimiento y la información previas, preguntas que contenían una hipótesis de investigación, preguntas éticas, morales, filosóficas o sociopolíticas y preguntas en que la respuesta es una explicación funcional o evolutiva.

Pedrosa de Jesus et al. (2003) y Teixeira-Dias et al. (2005), en sus investigaciones con estudiantes universitarios de química, utilizan dos categorías para las preguntas del alumnado:

- preguntas de confirmación: que tratan de aclarar información, detalles o piden ejemplos
- preguntas de transformación: que muestran signos de reconstrucción de la comprensión del estudiante

Harper et al. (2003) estudian las preguntas de estudiantes universitarios de física, recogidas en informes semanales que debían entregar. Categorizan las preguntas según dos criterios: el nivel de dificultad y el tema. Para el nivel de dificultad utilizan cuatro categorías:

- mínima
- baja
- media
- alta

En cuanto al tema, las clasifican en

- ecuación
- concepto
- aplicación

- conocimiento
- experimento
- limitaciones

Chin y Chia (2004) estudian las preguntas del alumnado de 9º grado que estudia biología según una metodología de resolución de problemas. Las clasifican, en función del uso que se le da a la información solicitada, en cuatro categorías:

- Validación de creencias comunes e ideas alternativas
- Información básica
- Explicaciones
- Escenarios imaginados

También las clasifican en función de la fuente que las origina en

- creencias culturales y folclore
- información de los medios y de anuncios
- encuentros personales, familiares y observaciones de otros
- curriculum escolar

Pedrosa de Jesus et al. (2004) investigan las preguntas de 300 estudiantes universitarios de química portugueses. Utilizan dos clasificaciones para las preguntas: la propuesta por Booth y James (2001, como se cita en Pedrosa et al. 2004):

- qué
- cómo
- qué pasa si
- por qué

y la clasificación ASI en

- adquisición
- especialización
- integración

Pedrosa de Jesus (2004) clasifica las preguntas orales de 224 alumnos de secundaria de física y química en las siguientes categorías:

- reforzando al profesor
- pidiendo apoyo o acuerdo
- confirmando bits de información
- preguntas de búsqueda de información
- preguntas de clarificación
- buscando ayuda al identificar o resolver problemas
- buscando ayuda al hacer inferencias o probar hipótesis
- buscando ayuda en procedimientos experimentales
- preguntas rutinarias o de manejo de la clase

Para clasificar otro conjunto de preguntas del alumnado, obtenidas por escrito, esta autora propone otra taxonomía, en que establece una correspondencia entre las categorías y el nivel cognitivo manifestado en la pregunta:

- Información factual/memoria
- Explicación pensamiento convergente
- Clarificación pensamiento convergente
- Confirmación pensamiento convergente
- Proponer problemas pensamiento divergente
- Evaluación pensamiento evaluativo

Mantziou y van del Meij (2004) exploran las preguntas del alumnado de educación infantil (4, 5 y 6 años), y clasifican las preguntas de este alumnado en

- Preguntas de identificación ¿qué es esto?.
- Preguntas de transformación ¿cómo es que podemos ver lejos con prismáticos?...
- Preguntas de rutina: procedimientos, comunicación...

Choi et al. (2005) realizan una investigación en la que proporcionan un andamiaje al alumnado para que haga preguntas efectivas a sus compañeros, como un medio de facilitar el aprendizaje y la metacognición. Se trata de alumnado universitario que hace un curso de mantenimiento de césped. Clasifican las preguntas en

- clarificación/elaboración
- contraargumento
- orientadas al contexto o perspectiva

Hofstein et al. (2005) clasifican las preguntas de estudiantes de secundaria durante actividades de indagación en química en dos niveles:

- bajo nivel, referidas a hechos y explicaciones de fenómenos observados
- alto nivel, que sólo se pueden contestar mediante la investigación.

Esta misma clasificación es también usada por Alkaher y Dolan (2011) en su investigación con alumnado universitario participante en un proyecto de aprendizaje de biología por indagación.

Abrandt y Öberg. (2001) investigan el efecto de los escenarios en la estructura y contenido de las preguntas de alumnado universitario de ciencias medioambientales.

Clasifican las preguntas en cuatro categorías:

- preguntas enciclopédicas
- preguntas orientadas al significado
- preguntas de relación
- preguntas orientadas a valores

Taboada y Guthrie (2006) desarrollan una jerarquía de preguntas de cuatro niveles, en la investigación que llevan a cabo con alumnado de 3º y 4º grado que trabajan sobre temas de ecología:

- nivel 1: preguntas de forma simple y que demandan una proposición factual o una respuesta si/no
- nivel 2: las preguntas demandan un enunciado global sobre un concepto ecológico o un aspecto de supervivencia

- nivel 3: las preguntas demandan explicaciones elaboradas sobre aspectos específicos, con pruebas que las acompañen
- nivel 4: las preguntas se refieren a las interrelaciones de conceptos ecológicos y a las interdependencias de los organismos

Córdova et al. (2007), investigan las preguntas de alumnado universitario que se enfrenta a la resolución de un problema científico-tecnológico. Clasifican las preguntas en dos categorías, en función de su calidad para iniciar y conducir la investigación o la resolución del problema:

- inductoras
- no inductoras

Pedrosa de Jesus y Coelho Moreira (2008) investigan el papel de las preguntas de los estudiantes para alinear la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de estudiantes universitarios de química. Clasifican las preguntas usando tres dimensiones, el nivel cognitivo, la relación con el problema y la orientación al problema.

Según el nivel cognitivo usan cuatro niveles basados en la taxonomía de Bloom:

- conocimiento factual
- comprensión
- aplicación y/o análisis
- síntesis y/o evaluación

Según la relación con el problema usan tres niveles:

- la respuesta está por completo en la información suministrada
- parte de la respuesta está (o está implícita) en la información suministrada
- la respuesta no está en la información que se les da

En cuanto a la orientación al problema:

- preguntas sin relación con el problema
- preguntas orientadas a aspectos generales, pero sin relación con la química
- preguntas orientadas a los aspectos químicos o científicos del problema

Kaberman y Dori (2009) estudian la generación de preguntas guiada (guided question posing) de alumnado de química de 12º grado. En la investigación, en la que participaron 793 estudiantes en el grupo experimental y 138 en el grupo de control, utilizan una taxonomía para clasificar las preguntas de los estudiantes que utiliza tres dimensiones:

- contenido: la pregunta no debe centrarse únicamente en los fenómenos descritos en el texto. Debe incluir aspectos como posibles peligros o posibles soluciones
- nivel de pensamiento: la pregunta requiere una respuesta a un nivel de pensamiento mayor que el conocimiento o la comprensión
- niveles de comprensión de química: la pregunta pide una respuesta que requiere al menos dos de los cuatro niveles de comprensión química (simbólico, macroscópico, microscópico y proceso).

Chin y Osborne (2010) investigan la capacidad de iniciar argumentación en las clases de ciencias a partir de las preguntas de los estudiantes de entre 12 y 14 años. Clasifican las preguntas del alumnado en:

- preguntas clave
- información básica
- información ausente o desconocida
- condiciones
- otros

France y Bay (2010) analizan las preguntas de estudiantes de biología de decimotercer año realizadas con ocasión de un encuentro con investigadores de una unidad biomédica- clínica. Clasifican las preguntas del alumnado en los siguientes cuatro grupos:

- naturaleza de la ciencia
- información científica
- decisiones ciudadanas
- personales

Ishiwa et al. (2012) estudian las preguntas que hacen estudiantes universitarios al leer textos científicos, bien con la finalidad de comprenderlos, bien para resolver problemas. Clasifican las preguntas de los estudiantes en tres grupos,

- asociación
- explicación
- predicción

en función de los tres tipos de obstáculos que puedan encontrar a la hora de elaborar un modelo mental de la situación.

Tiffany et al. (2023) estudian las preguntas que se hacen unos alumnos a otros en un grupo de alumnado universitario de Química, y clasifican las preguntas en cuatro categorías:

- Preguntas que buscan confirmación
- Preguntas que buscan clarificación
- Preguntas que buscan información
- Preguntas que buscan comprensión

2.8 La calidad de las preguntas: antecedentes

Están mucho más desarrollados los métodos para evaluar la calidad de las respuestas de los estudiantes que los métodos para evaluar la calidad de sus preguntas.

En un reciente reportaje sobre el uso de ChatGPT en las aulas (Velasco y Alemany, 2023) se cita el caso de un profesor que pide a su alumnado universitario que al final de cada clase hagan una pregunta a ChatGPT. Si han hecho una buena pregunta significa que han entendido bien la clase, manifiesta el profesor. Este es un ejemplo de que el concepto de “buena pregunta” se usa habitualmente en educación, y que la generación de buenas preguntas se toma como un indicador de aprendizaje. En esa misma línea está el ejemplo de buena pregunta citado por Llorens (1991): ¿cómo es que el oxígeno hace que las cosas ardan y el agua, que tiene oxígeno, apaga el fuego?, que figura en la introducción de esta tesis.

El problema de qué caracteriza a las buenas preguntas ha sido estudiado explícitamente en campos diferentes. Uno de ellos lo constituye el diseño de preguntas para cuestionarios y encuestas (Graesser et al., 1999; Graesser et al., 2000), donde la calidad de la pregunta se orienta fundamentalmente a la obtención de una respuesta. Pero el interés por la calidad de las preguntas abarca también otro tipo de estudios.

Para preguntas hechas en contextos académicos, la calidad de las preguntas ha sido definida de varias maneras:

Davey y Mc Bride (1986) definen el tipo de preguntas de “pensar bien” sobre información como aquellas que requieren la identificación de información importante o información que integre distintas frases.

Pizzini y Shepardson (1991), usan la clasificación de Costa (1985), según el nivel cognitivo, “input” (recordar información, obtenerla.), procesamiento (relaciones entre datos) y “output” (ir más allá de los datos), y asignan como valores numérico de calidad, 0,5 , 0,75 y 1 a las categorías anteriores.

Ram (1991) en su investigación sobre objetivos de conocimiento al leer textos, señala que las preguntas de relevancia, de explicación o de recuerdo son de más calidad que las preguntas sobre el texto.

Scardamalia y Bereiter (1992) definen sus “preguntas de asombro”, en contraposición a las preguntas de “información básica”, como aquellas que reflejan curiosidad, sorpresa, escepticismo o una especulación basada en el conocimiento, en contraste con un mero intento búsqueda de orientación. Estas definiciones son utilizadas por otros autores, como por ejemplo Chin et al. (2002).

King (1994b) hace una clasificación de la calidad con tres niveles, preguntas sobre hechos (nivel bajo), preguntas de comprensión (nivel medio) y preguntas de integración (nivel alto).

Graesser y Pearson (1994) caracterizan las “preguntas de razonamiento profundo” como aquellas que tienen que ver con un pensamiento lógico, causal u orientado al objetivo y que están relacionadas de modo próximo con los niveles más altos de la taxonomía de Bloom de objetivos educativos, en la categorización que hemos utilizado en los estudios descritos en los apartados anteriores. Posteriormente, Graesser et al. (2009) especifican más los niveles de calidad señalando que las 16 categorías del esquema Graesser y Person (1994) pueden clasificarse en cuanto a profundidad en tres niveles. someras (categorías 1 a 4), intermedias (categorías 5 a 8) y profundas (categorías 9 a 16). Kastens et al. (2020) en su estudio sobre preguntas de alumnado universitario que trabaja con datos de cambio climático y nivel del mar, también utilizan la taxonomía de Bloom para caracterizar la calidad preguntas. Utilizan cinco niveles : recuerdo, comprensión, aplicación, análisis, evaluación y creación, y dan una puntuación de calidad en función del nivel. Los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom son también usados como

medida de la calidad de las preguntas en otras investigaciones, como la descrita en Magaji et al. (2018).

Glaubman et al. (1997) clasifican las preguntas hechas por alumnos de educación infantil (de 4 a 6 años) en una escala de 4 niveles:

- Nivel mínimo: hace referencia a preguntas mecánicas o memorísticas en las que no hay un uso efectivo de partículas interrogativas, como por ejemplo ¿Esto es un ratón? o ¿Está sentado en una jaula?
- Nivel medio-bajo: hace referencia a preguntas que implican conocimiento, recuerdo o comprensión, caracterizadas por requerir una respuesta cerrada de una palabra (sí/no) o en el mejor de los casos una frase con sentido, como por ejemplo ¿Puedo cuidarlo?, ¿De qué color es?
- Nivel medio – alto: hace referencia a preguntas de comprensión convergente, caracterizadas por requerir una o varias respuestas alternativas compuestas por una o dos frases, como por ejemplo ¿Como puede sostenerse de pie?, ¿Por qué tiene un rabo largo? ¿Qué come?
- Nivel más alto: hace referencia a preguntas divergentes que implican aplicación, análisis, síntesis o evaluación, como por ejemplo ¿Por qué nacen los animales tan pequeños?, ¿Está bien encerrar a los animales en una jaula?
- A las preguntas se les otorga una puntuación de 1, 2, 3 o 4 según se categoricen en el nivel mínimo, medio-bajo, medio-alto o más alto respectivamente.

Taboada y Guthrie (2006) clasifican las preguntas sobre textos científicos en cuatro niveles, dependiendo de la complejidad del conocimiento solicitado. Las preguntas de nivel 1 son preguntas sobre conocimiento factual, mientras que las preguntas de los niveles 2, 3 y 4 demandan conocimiento de complejidad y especificidad creciente sobre los conceptos científicos involucrados. Encontraron una asociación positiva entre estos niveles de preguntas y los niveles de comprensión de textos expositivos.

Marbach-Ad et al. (2000a) asigna la calidad de una pregunta según sea o no una buena pregunta de investigación.

Chin y Osborne (2008) en su revisión sobre preguntas del alumnado que aprende ciencias, clasifican las preguntas en dos categorías, como preguntas de confirmación o preguntas de transformación. Las primeras buscan aclarar informaciones y detalles,

distinguir hechos de especulaciones o piden ejemplos y definiciones, mientras que las segundas suponen una reorganización o reestructuración de la comprensión del alumnado, buscan la extensión del conocimiento, exploran pasos argumentativos, identifican omisiones o ponen en cuestión razonamientos aceptados. Las preguntas de transformación serían de más calidad que las de confirmación. Esta clasificación en dos niveles de calidad ha sido usada posteriormente en otras investigaciones, como por ejemplo en Caton et al. (2021) o en Wu et al. (2023).

Graesser et al. (2009) consideran la calidad de las preguntas según el apoyo que supongan al aprendizaje.

Un enfoque diferente lo supone el considerar las preguntas en grupos, en vez de una a una, así Pedrosa de Jesus et al., (2003) definen “conjunto de preguntas de calidad” como la combinación de preguntas que más directamente permite a quien aprende darle sentido a la tarea de aprendizaje.

Otra posibilidad es considerar la calidad de las preguntas como compuesta de varias componentes o dimensiones:

Scardamalia & Bereiter (1992) consideran a calidad de las preguntas (definida como su valor educativo) compuesta por cuatro dimensiones:

- Avance en el conocimiento
- Busca hechos o causas y explicaciones
- Interés
- Complejidad en la búsqueda de la respuesta

Otra propuesta que atribuye indicadores de calidad a las preguntas del alumnado es la de Neri de Souza (2006). Este autor se basa en la taxonomía de Bloom (1956) y propone seis indicadores: información, consolidación, exploración, elaboración, síntesis, evaluación. Estos indicadores son puntuados de 0 a 2 para cada pregunta y después se multiplica ese valor por unos factores de ponderación de 8, 11, 16, 18, 22 y 25, obteniéndose así un valor final de “calidad”.

Song (2016) publica una revisión bibliográfica sobre las preguntas de los estudiantes y su calidad, y propone los siguientes criterios para medir la calidad de las preguntas:

- claridad (falta de ambigüedad)
- fundamentación
- demanda cognitiva (según la taxonomía de Bloom)

- dificultad
- corrección
- distractores plausibles pero falsos

Señala que, aunque estos criterios no fueron validados con claridad, ha habido un esfuerzo por establecer un conjunto de criterios en una serie de implementaciones.

También proponen dimensiones de la calidad Yu & Wu (2016). Definen cuatro dimensiones para evaluar la calidad de las preguntas: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración. Cada una de las dimensiones fue definida operacionalmente.

Esta manera de evaluar la calidad es usada por los autores en investigaciones posteriores (Yu & Chen 2022, Yu & Wu, 2020).

También podemos encontrar en la literatura sobre la calidad preguntas, maneras de evaluar la calidad de las preguntas que propone el alumnado para ser usadas en un examen, o como método de evaluar los conocimientos de otros. En esta línea Horbach et al. (2020) y Steuer et al. (2021) diseñaron una rúbrica con 9 elementos para evaluar la calidad de dichas preguntas y Moore et al. (2021) desarrollaron un método de evaluación automático usando GPT-3. El tipo de preguntas a que se refieren esas investigaciones no corresponde a las preguntas de búsqueda de información, tal como se definieron anteriormente (capítulo 2.2), y por tanto constituyen un campo de estudio diferente al abordado en esta tesis.

3. OBJETIVOS

Esta investigación tiene dos objetivos principales. Un primer objetivo se centra en conocer cuántas preguntas y qué tipo de preguntas hace el alumnado de enseñanza secundaria cuando lee textos de contenido científico. El segundo objetivo tiene que ver con la calidad de las preguntas. Se trata de conocer cuáles son las componentes o dimensiones de las preguntas de calidad.

Por lo que se refiere al primer objetivo, en la investigación se trata de responder a las siguientes preguntas:

¿Cuántas preguntas y de qué tipo hacen los estudiantes cuando leen textos científicos que presentan alguna dificultad de comprensión?

¿Cómo afecta al número y tipo de preguntas la expectativa de obtener la respuesta?

¿Qué efecto tiene en las preguntas el hecho de creer que se conoce la respuesta?

¿Qué influencia tienen el nivel/curso y la demanda de la tarea en la cantidad y la calidad de las preguntas?

Por lo que se refiere al segundo objetivo, centrado en identificar los componentes de la calidad de las preguntas, se trata de contestar a las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es el papel del conocimiento de los sujetos en la formulación de preguntas y en la calidad de las preguntas?

¿A qué dimensión o componente de la calidad de las preguntas afecta el conocimiento de los estudiantes?

Como se señaló anteriormente, en esta tesis se exponen cinco estudios. En cada uno de ellos se señalan los objetivos concretos de ese estudio. Esos objetivos completan lo reflejado en este apartado general.

4. METODOLOGÍA

Como se ha señalado anteriormente, en esta tesis se incluyen investigaciones correspondientes a cinco estudios realizados a lo largo de un período largo de tiempo. Esto supone una evolución en cuanto al tipo de objetivos de la investigación y a la metodología utilizada.

En este apartado se recogen algunos aspectos más generales de la metodología. Los aspectos más concretos de los métodos de cada uno de los cinco estudios figuran más adelante, cuando se describen los estudios mencionados en los capítulos 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5, 5.2.2 y 5.2.3 respectivamente.

La metodología viene determinada por la finalidad de la investigación. Siguiendo a Fortin (1999), se pueden clasificar los estudios según esta finalidad en:

- Estudios exploratorios o descriptivos: Aquellos en que el estudio tiene por finalidad describir un aspecto poco conocido, cuando existe un conocimiento escaso del campo de estudio. En estos estudios pueden usarse métodos cuantitativos y cualitativos para la descripción de fenómenos.
- Estudios relacionales: Cuando el objeto de la investigación es encontrar y describir relaciones que ya existen en campos de estudio en que existe un conocimiento previo. Después de encontrar y describir tales relaciones, la persona que investiga está en disposición de indagar sobre la naturaleza de las relaciones entre variables.
- Estudios analíticos: En los casos en que en un campo de estudio existen suficientes conocimientos, de modo que permiten predecir los resultados de la investigación. Se pueden proponer entonces hipótesis sobre las relaciones entre variables. Una variable independiente que introduzca el investigador en el estudio, deberá producir un efecto, modificando la variable dependiente.

De acuerdo con esta clasificación, el estudio A.1 que se describe en el capítulo 5.1.3 de esta tesis sería del tipo exploratorio o descriptivo sobre el número de preguntas y el estudio B.1 que se describe en el capítulo 5.2.2 sería exploratorio sobre la calidad de las preguntas. Los estudios A.2 y A.3, descritos en los capítulos 5.1.4 y 5.1.5, serían relacionales, pues en ellos se trata de descubrir y estudiar relaciones entre variables como el nivel de curso o la demanda de la tarea en el número y tipo de preguntas que hace el alumnado. El estudio B.2, descrito en el capítulo 5.2.3, pertenece a la tercera categoría, estudios analíticos. Se plantean unas hipótesis sobre el papel del conocimiento en la

formulación de preguntas que después se tratan de comprobar o descartar experimentalmente.

Otra componente importante de la metodología tiene que ver con las variables y su manipulación (Shuttleworth, 2008). De acuerdo con esto podemos tener:

Estudios no experimentales o de observación, en ellos los fenómenos son observados tal como se producen, sin que el investigador manipule ninguna variable.

Estudios experimentales: en estos estudios hay una o más variables independientes que son manipuladas intencionadamente, en un escenario controlado por el investigador. Las muestras son aleatorias. También se puede utilizar el emparejamiento. Este método no es tan preciso como la asignación al azar, pero cuando se efectúa de forma rigurosa, se dispone de grupos de gran tamaño y se puede suponer que los grupos son similares, es posible conseguir una equivalencia inicial entre grupos suficientemente alta.

Estudios cuasi-experimentales. En este tipo de diseños también se manipula intencionadamente al menos una variable independiente, pero se diferencian de los diseños experimentales la fiabilidad o confianza que se tenga sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales se trabaja con grupos intactos, es decir, con grupos que ya existían antes del experimento. Por tanto, los participantes no se asignan a los grupos al azar ni emparejados.

Este último es el caso de los dos estudios principales de esta tesis, el A.3 y el B.2, descritos respectivamente en los capítulos 5.1.5 y 5.2.3. En esos estudios se manipulan deliberadamente variables independientes, pero los sujetos (alumnado de secundaria) no se asignaban al azar a los grupos, sino que pertenecen a sus grupos de clase, grupos ya formados antes del experimento.

El alumnado realizaba las pruebas que se le pedían en sus grupos intactos y en sus horas de clase habituales, metodología que se corresponde con los estudios cuasi-experimentales.

En los estudios A.1 y A.2 la muestra estaba formada por alumnado a quien el autor daba clase.

En el estudio A.3, la muestra estaba formada por 289 estudiantes portugueses y 34 españoles. Los 34 estudiantes españoles eran alumnos del autor. y los estudiantes portugueses fueron seleccionados porque eran accesibles a los investigadores portugueses que participaban en una investigación conjunta hispano-portuguesa que se describe con detalle en el capítulo 5.1.5.

En el estudio B1 la muestra la forman 14 docentes de secundaria de la materia de Física y Química, a quienes el autor solicitó su colaboración en la investigación.

En el estudio B.2 la muestra la formaban 52 estudiantes de 1º ESO, de dos clases del mismo instituto, y cuya profesora de Ciencias accedió a colaborar en la investigación permitiendo que su alumnado participase.

Para estudiar la formulación de preguntas en un contexto de aula escolar se puede utilizar el discurso oral o el discurso escrito. En este trabajo se optó por el discurso escrito. Esta decisión se justifica en los resultados de investigaciones previas. Graesser et al. (1996) indican que el alumnado formula menos preguntas en el discurso oral que en el escrito e incluso cuantifican estos resultados indicando que los estudiantes formulan un 10 % de las preguntas que formularían por escrito. Esto se debe a cuestiones que atañen a factores sociales como el coste de exponer el propio desconocimiento.

A continuación se describen algunos aspectos metodológicos de los estudios que se presentan en esta memoria, siguiendo la tradición creada en estudios previos sobre la formulación de preguntas en un contexto de aula escolar, que consiste en describir los participantes y el contexto, el procedimiento y las medidas.

Con respecto a las muestras utilizadas en los estudios incluidos en esta tesis, se han seleccionado sujetos próximos y accesibles a la investigación. Así en los estudios A.1 y A.2 la muestra estaba formada por alumnado a quien el autor daba clase, en el estudio A.3, la muestra estaba formada por 289 estudiantes portugueses y 34 españoles. Los 34 estudiantes españoles eran alumnos del autor. y los estudiantes portugueses fueron seleccionados porque eran accesibles a los investigadores portugueses que participaban en una investigación conjunta hispano-portuguesa que se describe con detalle en el capítulo 5.4. En el estudio B1 la muestra la forman 14 docentes de secundaria de la materia de Física y Química, a quienes el autor solicitó su colaboración en la investigación y en el estudio B.2 la muestra la formaban 52 estudiantes de 1º ESO, de dos clases del mismo instituto, y cuya profesora de Ciencias accedió a colaborar en la investigación permitiendo que su alumnado participase.

Se trata por tanto de muestras obtenidas por un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Manterola, 2017). Esto significa que es un tipo de muestra que se selecciona por su disponibilidad y accesibilidad, en lugar de utilizar métodos aleatorios.

En este enfoque metodológico los participantes son seleccionados principalmente porque son accesibles a los investigadores. Esto claramente puede limitar la generalización de resultados, pero los resultados obtenidos pueden emplearse para comparar con resultados

obtenidos en otros estudios. Sin embargo como ocurre en estudios de naturaleza cualitativa a la generalización puede llegarse al alcanzar conclusiones similares en estudios de la misma naturaleza. (Álvarez & San Fabián, 2012).

En cuanto al contexto es importante tener en cuenta el contexto educativo en el que se desarrolla la investigación, como el tipo de institución educativa (pública, privada, rural, urbana), el nivel educativo (preescolar, primaria, secundaria, universitaria), y cualquier otro factor relevante que pueda influir en los resultados.

En relación a la información que se aporta, se tuvo en cuenta en todo momento que se debe garantizar la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes, protegiendo su privacidad y asegurándose de que los datos no sean utilizados de manera que puedan identificar a los individuos. Es por ello que no se identifican los centros educativos, aunque sí se da cuenta de algunos datos que son necesarios para caracterizar de alguna manera el contexto. En todos los estudios se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes y se explicó con claridad el propósito del estudio y los procedimientos involucrados.

En relación al procedimiento y mediciones, en una investigación educativa como la que se presenta, se refiere al conjunto de pasos y acciones específicas que el investigador lleva a cabo para llevar a cabo el estudio y recopilar los datos objeto de análisis (Bisquerra, 2004).

4.1 Participantes y contexto

Estudio A1

En el estudio A1 participaron 82 estudiantes de cuatro cursos de secundaria intactos, dos de 3º de BUP y dos de COU de un instituto público en Negreira, una villa gallega en el interior de la provincia de A Coruña, de unos siete mil habitantes que aporta un ambiente semiurbano. El nivel socioeconómico del alumnado era medio. La prueba se realizó durante el curso académico 95/96.

Las tareas experimentales se presentaron como parte de las actividades de su curso, de Física y Química en el caso de 3º BUP o de Química en el caso de COU, a cargo del autor, que era su profesor de dichas asignaturas.

Uno de los grupos de 3º y uno de COU fue asignado a la condición “con expectativa de obtener respuesta”. Los otros dos grupos corresponden a la condición “sin expectativa de obtener respuesta”

Estudio A2

En el estudio A2 participaron 61 estudiantes, 34 de dos grupos de 3º BUP y 27 de dos grupos de COU de un instituto público en Negreira, una villa gallega en el interior de la provincia de A Coruña, de unos siete mil habitantes, que aporta un ambiente semiurbano. El nivel socioeconómico del alumnado era medio.

Las pruebas se realizaron durante el curso académico 96/97

Las tareas experimentales se presentaron como parte de las actividades de su curso habitual de Física y Química (alumnado de 3º de BUP) o de Química (alumnado de COU) impartido por el autor, que era su profesor de dichas asignaturas.

Estudio A3

En el estudio A3 participaron un total de 323 alumnos, 94 de 8º grado, 123 de 10º grado, 72 de 12º grado de secundaria de Portugal y 34 alumnos de 3º BUP españoles. El curso de 3º BUP corresponde por edad al 11º grado portugués.

Los estudiantes pertenecían a 18 clases intactas de cinco centros educativos, cuatro portugueses y uno español. Tres de los centros portugueses están ubicados en Coímbra, una ciudad de unos 13 000 habitantes del norte de Portugal. El centro español es el instituto de Negreira, una villa gallega de unos siete mil habitantes en la provincia de A Coruña.

Las tareas experimentales se llevaron a cabo en sus clases habituales de Física y Química en el caso del alumnado de 8º, 10º y 3º BUP. Los alumnos de 12º realizaron las pruebas en alguna de las materias de ciencias que cursaban, que podían ser Física, Química, Biología o Geología. En todos los casos era el profesorado habitual quien les pasaba las pruebas. En el caso del alumnado español, el profesor era el autor de esta tesis.

Las pruebas se realizaron durante el curso académico curso 96/97.

Estudio B1

En el estudio B1 participaron 14 docentes de Física y Química de secundaria próximos y accesibles, que aceptaron colaborar en la investigación. A cada docente participante se le entregó el material necesario para la prueba y se recogió dicho material una vez que hubieron acabado. La prueba se realizó durante el curso académico 2008/2009.

Estudio B2

En el estudio B2 participaron un total de 52 estudiantes de dos clases de 1º ESO de un instituto de Santiago de Compostela. Veintiocho estudiantes (13 chicas y 15 chicos) en una de las clases y veinticuatro (12 chicas y 12 chicos) de otra clase. La edad promedio del alumnado era de 13,1 años. Estaban cursando la materia de Ciencias de la Naturaleza, un curso general de ciencias que incluía contenidos de física, química, biología y geología. La prueba la realizaron durante su clase de “Ciencias da Natureza”, y fue su profesora habitual quien les pasó la prueba.

El nivel socioeconómico del alumnado puede considerarse como medio-alto. El alumnado proviene mayoritariamente de un entorno urbano. La prueba se realizó durante el curso académico 2013/2014.

4.2 Procedimiento y mediciones

Estudio A1

Al alumnado participante se le entregó un cuadernillo que contenía dos textos que debían leer y espacio en blanco donde debían escribir un resumen de cada texto.

Según las instrucciones que se les dieron, debían escribir preguntas sobre las dudas o dificultades que tuviesen al leer, tratando de comprender lo mejor posible cada texto, de unas diez líneas de extensión, de contenido científico. Una vez que acabaron de escribir las preguntas, se les pidió que escribiesen lo que recordaban de los textos.

En los grupos con la condición “con expectativa de obtener respuesta”, se le indicó al alumnado que el profesor iría por las mesas contestando, de forma individual, las preguntas que formularan

Todo el procedimiento duró unos cuarenta y cinco minutos.

En cuanto a las medidas, se contó para cada alumno el número de preguntas que hizo con cada uno de los textos. En el caso de las preguntas hechas sobre el texto que contenía una contradicción, se contaron también las preguntas dirigidas a la misma. En el caso del otro texto, se clasificaron las preguntas en tres grupos: “sobre el texto globalmente”, “sobre contenidos del texto” y “ampliaciones sobre el texto”

Estudio A2

Para recoger las preguntas formuladas por el alumnado, se utilizaron unos cuadernillos que se repartían a los estudiantes durante su clase habitual de Física y Química (3º BUP) o Química (COU). Los cuadernillos contenían una primera página con las instrucciones, en la segunda página figuraban cinco preguntas, aquellas hechas con mayor frecuencia por un grupo de alumnos portugueses de 8º curso de secundaria (14 años), y para cada una de estas cinco preguntas debían contestar si "crees que sabes las respuestas a las siguientes preguntas", marcando alguna de las opciones: "seguro que sí", "puede que sí", "puede que no" o "seguro que no". En las siguientes páginas figuraban las cinco preguntas mencionadas anteriormente con la indicación de que las contestaran de la mejor forma que pudieran. En la siguiente página figuraba un texto breve que debían "leer tratando de entender", a continuación, una página donde debían resumir el texto y por último otra página donde volvía a aparecer el texto y se les indicaba que escribieran las preguntas y dudas que tuvieran.

Los cuadernillos se iban recogiendo a medida que el alumnado finalizaba la prueba. El procedimiento duró unos 50 minutos.

En cuanto a las mediciones, a partir de la información recogida en los cuadernillos, se calculó la frecuencia de aparición de algunas preguntas, expresada como el número de veces que el conjunto de los alumnos de cada curso hace esa pregunta, como el porcentaje de alumnos de cada curso que hacen esa pregunta y como el porcentaje que supone ese tipo de pregunta en el total de preguntas hechas en cada curso.

Los valores de la confianza que manifiestan en conocer la respuesta se obtuvieron asignando valores numéricos a las opciones elegidas por los estudiantes de acuerdo con la siguiente escala: Seguro que sí = 4; Puede que sí = 3; Puede que no = 2; Seguro que no = 1

La puntuación de las respuestas del alumnado se realizó comparando las respuestas con una respuesta tipo según la ciencia escolar y usando una escala de 1 a 4,

donde 4 es la respuesta correcta, 3 una respuesta aceptable, 2 una respuesta con elementos aceptables y 1 una respuesta incorrecta.

Estudio A3

La prueba se realizó en el curso 95/96, y en ella participaron clases completas, que realizaron la prueba en la hora de clase de Física o de Física y Química. Su profesor o profesora habitual fue quien les pasó la prueba. Se comenzó dando unas instrucciones orales mínimas, señalando que iban a realizar una actividad algo distinta de lo habitual, y que en el cuadernillo que se les repartía se indicaba claramente lo que tenían que hacer. También se les indico que si tenían alguna duda, el profesor se la resolvería a cada uno de forma individual.

Los estudiantes participantes debían escribir sus preguntas sobre dos textos cortos de ciencias que describían fenómenos naturales: "Nubes" y "Oxígeno disuelto" (Tabla 15). Los textos seleccionados describían fenómenos naturales relativamente desconocidos para los estudiantes y cada uno abordaba un contenido de las áreas de física y química.

Los textos, escritos en portugués o en español según el caso, se incluyeron en unos cuadernillos que se entregaban al alumnado. Estos cuadernillos constaban de 7 páginas. La primera de ellas contenía las instrucciones, las siguientes contenían un texto titulado "las nubes", de 113 palabras, que debían "leer con atención, tratando de entenderlo", una página donde debían resumir el texto anterior y otra página en que se repetía el texto y donde debían escribir sus preguntas y dudas. A continuación había otra página con un texto titulado "Oxígeno disuelto", de 103 palabras, otra página donde debían resumir el texto del Oxígeno y una más donde debían escribir las preguntas y dudas sobre el texto del oxígeno.

Las páginas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 eran iguales en todos los cuadernillos. Para la primera página, la que contiene las instrucciones había tres modelos diferentes, para crear tres condiciones distintas de exigencia o demanda de la tarea. En la que corresponde a la primera de las condiciones, que llamaremos "Sin Demanda", SD, figura el título "Actividad de desarrollo de la capacidad de comprensión" y en ella se señala que se trata de una actividad destinada a desarrollar su capacidad de entender los fenómenos científicos. En la segunda condición, que llamaremos "Demanda Académica", DA, la hoja se titulaba "Prueba de evaluación de la capacidad de hacer preguntas sobre un tema". En ella se indicaba que se trataba de una prueba para evaluar su capacidad de entender

los fenómenos científicos, y que recibirían una calificación en función de la calidad de las preguntas y dudas que escriban. En la tercera condición, que llamaremos “Demanda Extraacadémica”, DEA, figuraba el título “Cuestionario del proyecto de investigación “Mejora de la comprensión de libros de texto de Física y Química”. Ministerio de Educación”. En ella se indicaba que su centro había sido elegido en un proyecto que serviría para que se escribiesen mejores libros de texto de Física y Química.

En las instrucciones escritas se les señalaba un plazo de tiempo de 40 minutos. Este tiempo fue suficiente. El profesor iba recogiendo los cuadernillos a medida que iban acabando, y nadie dejó de acabar la prueba por falta de tiempo.

Al preparar los lotes de cuadernillos para usar en cada aula se mezclaron al azar el número adecuado de cuadernillos de cada nivel de demanda, para que cada lote contuviera un tercio de cada nivel.

En cuanto a las medidas, para cada estudiante participante se contó el número total de preguntas con cada texto, se asignaron las preguntas a las distintas categorías de Graesser et al. (1992) modificada en los términos que se describen en detalle en el capítulo 5.1.5.2 y se contabilizaron aquellas de las preguntas que eran de razonamiento profundo, DRQs.

Estudio B1

A los 14 docentes participantes se les proporcionó un cuadernillo con 30 preguntas, una hoja de instrucciones y una carta de presentación.

Para cada pregunta los participantes debían puntuar la calidad de la pregunta de 0 a 10, indicar las razones de la puntuación y señalar si conocen o no la respuesta a la pregunta, marcando alguna de las casillas: seguro desconozco/ creo desconozco/ indecisa(o)/ creo conozco/seguro conozco.

Las medidas fueron las puntuaciones de calidad de las preguntas y el nivel declarado de conocimiento de las respuestas.

Estudio B2

Para la prueba se seleccionaron cuatro pares de objetos objetivo, dos pares de objetos naturales y dos pares de artefactos, entre aquellos que aparecen en el plan de estudios de ciencias de nivel primario o secundario, pertenecientes a las cuatro categorías de Wordnet: "Parte de planta", "Tejido animal", "Vehículo" y "Dispositivo eléctrico" que

se muestran en la Tabla 20. Los conocimientos del alumnado sobre los objetos de cada par debían ser diferente.

En una primera etapa se evaluó el conocimiento del alumnado participante sobre los objetos seleccionados mediante una prueba de respuesta abierta. La prueba se llevó a cabo por la profesora habitual en una clase normal, utilizando los materiales experimentales diseñados al efecto. La actividad se presentó como relacionada con la preparación de una enciclopedia de ciencia y tecnología por un equipo de profesores. Se les pidió a los estudiantes que ayudaran a identificar lo que debería incluirse en la enciclopedia destinada al público en general, siguiendo un procedimiento similar al utilizado en investigaciones anteriores sobre desconocimiento (Vaz et al., 2014; Otero et al., 2014). Se les pidió a los estudiantes que indicaran lo que sabían sobre 8 objetos naturales y artefactos con las siguientes instrucciones: "Os pedimos que nos ayudéis a identificar qué podemos escribir sobre 8 palabras que se van a incluir en la enciclopedia. Estas palabras figuran a continuación. Os pedimos que escribáis lo más importante que sepáis sobre estas palabras". Se entregó a los estudiantes un cuadernillo de 3 páginas que contenía las instrucciones en la parte superior de la primera página. La primera palabra objetivo se presentó inmediatamente debajo, con 6 líneas en blanco para que los estudiantes pudieran escribir sus respuestas. Las siguientes palabras y líneas en blanco figuraban a continuación, en varios órdenes de presentación diferentes que se distribuyeron de forma equilibrada en los cuadernillos. Los cuadernillos se entregaron al azar a los estudiantes, y la sesión de evaluación duró unos 30 minutos.

En una segunda etapa, aproximadamente dos semanas después, se les pidió a los estudiantes que hicieran explícito lo que no sabían acerca de los artefactos y objetos naturales objetivo. La misma profesora llevó a cabo esta actividad, también en un período de clase regular. Las instrucciones recordaron a los estudiantes la preparación de la enciclopedia de ciencia y tecnología e incluyeron las siguientes instrucciones: "En esta ocasión, os pedimos que indiquéis **lo que no sabéis** sobre 8 palabras que se incluirán en la enciclopedia, haciendo entre **1 y 3 preguntas** sobre cada una" (énfasis en el original).

Esta sesión duró aproximadamente 30 minutos. Al final de la clase, se informó a los estudiantes sobre el propósito del experimento y se les agradeció su participación.

En cuanto a las medidas, para calificar las respuestas escritas de la prueba de conocimiento se preparó una rúbrica conjuntamente entre la profesora de los estudiantes involucrados en el experimento y los investigadores. Se elaboraron respuestas modelo para el conocimiento que los estudiantes deberían asociar con cada uno de los 8 objetos.

Todas las respuestas modelo se organizaron en torno a cuatro ideas principales que un estudiante ideal debería incluir en su respuesta. La mención de cualquiera de estas cuatro ideas en la respuesta escrita recibió 0,2 puntos. Se otorgaron 0,2 puntos adicionales cuando los estudiantes agregaron alguna idea nueva y relevante, o cuando alguna de las 4 ideas se elaboró especialmente bien. La puntuación máxima de conocimiento para cualquiera de los objetos fue, por lo tanto, 1,0. Se calculó la puntuación promedio para el conocimiento de objetos familiares y desconocidos.

En cuanto a las preguntas de los estudiantes, se categorizaron con una escala dicotómica (general o específica) para simplificar. Aunque se podría usar una escala ordinal con diferentes niveles ontológicos en la medida de la generalidad, esto complicaría esta aplicación inicial del esquema. Se consideró que una pregunta era general cuando se podía hacer de manera sensata sobre cualquier objeto perteneciente a la categoría inmediatamente superior a la categoría objetivo. Se consideró específica cuando se podía hacer de manera sensata sobre objetos pertenecientes a la categoría objetivo solamente.

Hubo algunas preguntas anómalas que se categorizaron como "Otras".

Por lo tanto, las preguntas de los estudiantes sobre cada objeto se categorizaron como General, Específica u Otra. Cuando el estudiante no formuló ninguna pregunta, se contó como un caso "Sin Pregunta" (SP). Se calculó una puntuación de Generalidad de las preguntas formuladas sobre objetos familiares (PGFam) y sobre objetos desconocidos (PGDes) para cada estudiante. Esto se hizo puntuando cada pregunta general como 1 y cada pregunta específica como 0, y calculando la media para cada participante (ignorando la categoría "Otras"). Estas puntuaciones podían oscilar desde un promedio de 1,0, cuando todas las preguntas formuladas que no caían en la categoría "Otras" eran generales, hasta un promedio de 0,0 cuando todas estas preguntas eran específicas.

5. RESULTADOS

Este capítulo de resultados se organiza en dos grandes apartados, titulados como Parte A y Parte B.

La parte A, titulada ¿Qué pregunta el alumnado bajo diversas condiciones?, incluye tres apartados con los estudios A1, A2 y A3 sobre el número y tipo de preguntas que hace el alumnado de enseñanza secundaria cuando lee textos de contenido científico, y cómo pueden afectar a esas preguntas algunos factores.

La parte B, titulada ¿Qué características tienen las buenas preguntas?, contiene dos apartados con los estudios B1 y B2, donde se trata sobre la calidad de las preguntas.

5.1 PARTE A. ¿Qué pregunta el alumnado bajo diversas condiciones?

En este primer apartado de resultados se recogen tres estudios realizados sobre el número y tipo de preguntas que hace el alumnado de enseñanza secundaria cuando lee textos de contenido científico, y cómo pueden afectar a esas preguntas algunos factores.

Un primer estudio, de carácter preparatorio, estudio A.1 Trata sobre qué preguntan los estudiantes de secundaria cuando leen un texto científico.

El segundo estudio, de carácter `preparatorio, estudio A.2, trata sobre las preguntas de los estudiantes sobre un texto científico y la confianza en conocer las respuestas.

En el tercer estudio, estudio A.3, se analizan las preguntas sobre un texto científico generadas en tareas de diferente exigencia.

5.1.1 Estudio preparatorio A.1 ¿Que preguntan los estudiantes de secundaria cuando leen un texto científico?

5.1.1.1 Introducción

Se hizo un primer estudio sobre la generación de preguntas por alumnado de secundaria con el objetivo de averiguar cuántas preguntas hacían, y de qué tipo, cuando leían un texto científico. Además de responder a este objetivo, el estudio también sirvió para ensayar aspectos de la técnica experimental: la puesta en práctica de la recogida de preguntas, la evaluación de la idoneidad de los textos y demás.

Una variable introducida fue la "expectativa de obtener respuesta". En dos de los grupos, se advirtió al alumnado participante que el profesor iría por las mesas contestando, de forma individual, a las preguntas que fueran escribiendo. Esperábamos así obtener un aumento en el número de preguntas: si una pregunta se hace para obtener información, la expectativa de obtener esa información debe favorecer la generación de preguntas.

En este estudio se trata de responder a las siguientes preguntas:

¿Cuántas preguntas y de qué tipo hacen los estudiantes cuando leen un texto científico que presenta alguna dificultad de comprensión?

¿Tiene algún efecto la expectativa de obtener la respuesta a sus preguntas?

5.1.1.2 Metodología

Sujetos

En el estudio participaron 82 estudiantes de cuatro cursos de secundaria intactos, dos de 3º de BUP y dos de COU de un instituto público en Negreira, una villa gallega en el interior de la provincia de A Coruña, de unos siete mil habitantes, que aporta un ambiente semiurbano. El nivel socioeconómico del alumnado era medio. La prueba se realizó durante el curso académico 95/96.

La tarea se realizó durante su clase de física y química con su profesor habitual, que es el autor de la investigación.

Según las instrucciones que se les dieron, debían escribir preguntas sobre las dudas o dificultades que tuviesen al "leer, tratando de comprender lo mejor posible" un texto, de unas diez líneas de extensión, de contenido científico. Una vez que acabaron de escribir las preguntas, se les pidió que escribiesen lo que recordaban de los textos.

Materiales

Para provocar un número de preguntas suficiente, elegimos dos textos que contenían alguna dificultad, capaz de provocar perplejidad (en los términos del modelo de Dillon recogido en el capítulo 2.3), o que permitiera la detección de alguna anomalía (en términos del modelo de Graesser et al., 1992, recogido en el capítulo 2.3). Uno de los textos, sobre la lluvia ácida, contenía una contradicción. El otro texto utilizado, sobre la "gota fría", es un texto algo difícil, que precisa activar conocimientos sobre condensación, evaporación y variación de la densidad de los gases con la temperatura, para ser comprendido. Como se indicó más arriba en dos de los grupos (condición “con expectativa de respuesta”) se indicó al alumnado que el profesor iría contestando de forma individual las preguntas que formularan

Los textos utilizados se reproducen a continuación. El sombreado en el texto “lluvia ácida”, que resalta la contradicción introducida, no estaba presente en el que se le presentó al alumnado.

"lluvia ácida"

Los agentes responsables de la “lluvia ácida” son el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno desprendidos en procesos industriales. La humedad y la luz solar favorecen la conversión de esos óxidos en ácidos sulfúrico y nítrico. Esos ácidos caen posteriormente sobre la superficie de la tierra. En nuestros días los efectos de la lluvia ácida sobre los ecosistemas son extremadamente graves e irreversibles. La solución a esos problemas está en evitar la reacción que produce los ácidos. La humedad y la luz solar retardan la conversión de los óxidos de nitrógeno y azufre en ácidos.

"gota fría"

El término gota fría corresponde a una situación atmosférica de embolsamiento de aire frío en altura. La masa de aire, aislada como una burbuja, tiende a descender hacia el suelo. La mezcla de aire frío con el entorno más cálido es lo que provoca abundantes lluvias, sobre todo en los bordes de la gota. Por esta razón, en la zona mediterránea la gota fría se suele traducir en lluvias torrenciales. Más infrecuente es que la gota fría aparezca sobre el Cantábrico, por lo general de aguas frías.

Medidas

Para cada alumno participante se contó el número total de preguntas con cada texto. En las preguntas realizadas con el texto que contenía una contradicción (lluvia ácida), se contaron también las preguntas que eran sobre la contradicción. Las preguntas sobre el texto “difícil” (gota fría) se clasificaron en tres categorías como se muestra en la tabla 8.

5.1.1.3 Resultados y discusión

Se han obtenido un total de 86 preguntas de los 82 alumnos de la muestra, lo que supone poco más de 1 pregunta por alumno. El número de preguntas en cada grupo, con cada texto y con expectativa de respuesta o sin ella se muestran en la Tabla 1. La distribución de las preguntas por grupos es muy irregular, como se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7. Número de preguntas escritas por los alumnos al leer el texto

Grupo	texto con una contradicción (lluvia ácida)	texto difícil (gota fría)
3º BUP (sin expectativa de respuesta)	(N = 15) 7 (0,47 preguntas/alumno)	(N = 14) 6 (0,43 preguntas/alumno)
3º BUP (con expectativa de respuesta)	(N = 8) 7 (0,875 preguntas/alumno)	(N = 10) 13 (1,30 preguntas/alumno)
COU (sin expectativa de respuesta)	(N = 9) 18 (2,0 preguntas/alumno)	(N = 9) 21 (2,33 preguntas/alumno)
COU (con expectativa de respuesta)	(N = 9) 10 (1,11 preguntas/alumno)	(N = 8) 4 (0,50 preguntas/alumno)

Fuente: elaboración propia

Los resultados no son concluyentes, ni en el sentido esperado ni en el contrario. ¿Tal vez no se trataba de preguntas genuinas, sino de preguntas destinadas a hacer dócilmente la tarea encomendada? ¿O tal vez el hecho de llamar la atención del profesor para que conteste la pregunta representa un costo social y por tanto provoca una inhibición que compensa el posible aumento debido a la expectativa de obtener respuesta? O tal vez los datos que tenemos no son suficientes.

En lo que se refiere al tipo de preguntas que hacen, se presenta una clasificación en la Tabla 8. Las categorías para clasificar las preguntas se proponen específicamente para este estudio.

Tabla 8. Clasificación de las preguntas que hacen los estudiantes.

Con el texto con una contradicción (lluvia ácida)

Grupo	N	nº preguntas	preguntas sobre la contradicción
3º BUP (sin respuesta)	15	7	3
3º BUP (con respuesta)	8	7	4
COU (sin respuesta)	9	18	7
COU (con respuesta)	9	10	7

Con el texto “difícil” (gota fría)

Grupo	N	nº preguntas	sobre el texto globalmente	sobre contenidos del texto	ampliaciones sobre el texto
3º BUP (sin)	14	6	1	4	1
3º BUP (con)	10	13	1	8	4
COU (sin)	9	21	2	13	6
COU (con)	8	4	1	3	0

Fuente: elaboración propia

Es destacable el hecho de que solo la mitad de los alumnos que leyeron el texto con la contradicción hicieron una pregunta sobre ella. Sin embargo, casi todos ellos resolvieron la contradicción cuando posteriormente escribieron lo que recordaban del texto.

Con los datos de este estudio se ha podido comprobar que cuando el alumnado lee textos de contenido científico es capaz de generar preguntas, en un número unas 10 veces mayor que el 0,11 preguntas por alumno y hora que señala Dillon (1988b). El número de preguntas obtenido hace posible el analizarlas, o al menos intentarlo.

5.1.2 Estudio preparatorio A.2. Preguntas de los estudiantes sobre un texto científico y confianza en conocer las respuestas

5.1.2.1. Introducción

En esta investigación se estudió la generación de preguntas por los estudiantes al leer textos breves de contenido científico y la influencia que tiene en la generación de las preguntas el grado de demanda o exigencia con que se plantea la tarea

El objetivo de este estudio es analizar si se producen diferencias en las frecuencias con que los alumnos de distintos niveles hacen algunas preguntas, así como la influencia que pueda tener el que el sujeto crea que se sabe la respuesta en el hecho de preguntar o no preguntar.

En el momento de realizar este estudio se disponía de resultados de un estudio piloto hecho con alumnado portugués de 8º curso de secundaria (14 años), que hacían preguntas sobre el mismo texto. Esto permitió investigar si el alumnado español participante en la investigación conocía o no las respuestas a las preguntas que habían hecho sus colegas portugueses.

5.1.2.2 Metodología

Sujetos

Los datos que se exponen en este estudio son de 61 estudiantes, 34 de dos grupos de 3º BUP y 27 de dos grupos de COU de un instituto público en Negreira, una villa gallega en el interior de la provincia de A Coruña, de unos siete mil habitantes, que aporta un ambiente semiurbano. El nivel socioeconómico del alumnado era medio.

Las pruebas se realizaron durante el curso académico 96/97

Procedimiento y materiales utilizados

Para recoger las preguntas formuladas por los alumnos y las alumnas, se utilizaron unos cuadernillos que se les repartían a los estudiantes durante su clase habitual de Física y Química (3º BUP) o Química (COU). Los cuadernillos contenían una primera página con las instrucciones, en la segunda página figuraban cinco preguntas, aquellas hechas con mayor frecuencia por un grupo de alumnos portugueses de 8º curso de secundaria (14 años), y para cada una de estas cinco preguntas debían contestar si "crees que sabes las respuestas a las siguientes preguntas", marcando alguna de las opciones: "seguro que sí", "puede que sí", "puede que no" o "seguro que no". En las siguientes páginas figuraban las cinco preguntas mencionadas anteriormente con la indicación de que las contestaran de

la mejor forma que pudieran. En la siguiente página figuraba un texto breve que debían "leer tratando de entender", a continuación una página donde debían resumir el texto y por último otra página donde volvía a aparecer el texto y se les indicaba que escribieran las preguntas y dudas que tuvieran.

Medidas

Para cada alumno participante se registró la opción marcada sobre su conocimiento de la respuesta a las cinco preguntas estudiadas (confianza en conocer la respuesta) y se evaluaron las respuestas proporcionadas en una escala de 1 a 4 según resulta de compararlas con las respuestas de la ciencia escolar que figuran en la tabla 10. También se contó el número de preguntas que hicieron sobre el texto.

5.1.2.3 Resultados

a) Frecuencia de aparición de algunas preguntas: En la Tabla 9 figuran, numeradas del 1 al 5, las cinco preguntas hechas con más frecuencia por los estudiantes portugueses de 8º curso. A estas 5 preguntas se añade una sexta, que destaca por la frecuencia con que la hacen los alumnos de COU (¡el 74% de los alumnos de COU preguntan por la solubilidad de los gases en agua!) y que se diferencia marcadamente de los demás cursos.

Para cada una de las preguntas recogidas se indica: el número de veces que el conjunto de los alumnos de cada curso hace esa pregunta, el porcentaje de alumnos de cada curso que hacen esa pregunta y el porcentaje que supone ese tipo de pregunta en el total de preguntas hechas en cada curso.

Para medir el conocimiento que tenía el alumnado sobre las respuestas a las preguntas que había hecho con más frecuencia el alumnado portugués de 8º curso de secundaria, se elaboraron unas respuestas a dichas preguntas según la ciencia escolar, y se compararon con las respuestas escritas por el alumnado participante. En la Tabla 10 se recogen las mencionadas respuestas de la ciencia escolar.

Tabla 9 Frecuencia de aparición de algunas preguntas. Las preguntas seleccionadas son las cinco hechas con más frecuencia por los estudiantes de 8º (1-5) y la hecha con más frecuencia en COU (6). Para cada pregunta se indica el % de alumnos de cada nivel que hacen la pregunta, el número de veces que se hace la pregunta en cada nivel y el % que supone esa pregunta en el total de preguntas hechas en ese nivel.

Pregunta	% de alumnos que hacen la pregunta			nº veces que se hace la pregunta			% que supone del total de las preguntas		
	8º N=94	3º N=34	COU N=27	8º	3º	COU	8º 154 p	3º 41 p	COU 55 p
1.- ¿Por qué ni los peces ni nosotros somos capaces de romper la molécula de agua?	29,8	20,6	7,4	28	7	2	18,2	17,1	3,6
2.- ¿Cuáles son los enlaces fuertes que unen el átomo de oxígeno a los átomos de hidrógeno?	17,0	0	3,7	16	0	1	10,4	0	1,8
3.- ¿Por que disminuye la cantidad de oxígeno disuelto a causa de algunos procesos contaminantes?	14,9	23,5	14,8	14	8	4	9,1	19,5	7,3
4.- ¿Por que cuando hay un proceso de contaminación los peces mueren asfixiados?	11,7	0	7,4	11	0	2	7,1	0	3,6
5.- ¿Cuáles son esos procesos de contaminación a los que se refiere el texto y cómo se originan?	10,6	8,8	7,4	10	3	2	6,5	7,3	3,6
6.- ¿Como es posible que gases como el O ₂ o el CO ₂ se puedan disolver?	7,4	17,6	74,1	7	6	20	4,5	14,6	36,4

Fuente: elaboración propia

Los valores de la confianza que manifiestan en conocer la respuesta se obtuvieron asignando valores numéricos a las opciones elegidas por los estudiantes de acuerdo con la siguiente escala: Seguro que sí = 4 ; Puede que sí = 3 ; Puede que no = 2 ; Seguro que no = 1

La puntuación de las respuestas del alumnado se realizó mediante una escala de 1 a 4, donde 4 es la respuesta correcta, 3 una respuesta aceptable, 2 una respuesta con elementos aceptables y 1 una respuesta incorrecta.

En la Tabla 11 se presentan los valores medios de esas puntuaciones para cada curso.

Tabla 10 Respuestas de la "ciencia escolar" a las cinco preguntas hechas con más frecuencia por los alumnos de 8º

Pregunta	Respuesta de la ciencia escolar
1.- ¿Por qué ni los peces ni nosotros somos capaces de romper la molécula de agua?	Porque nuestros metabolismos carecen de los mecanismos adecuados para romperla.
2.- ¿Cuáles son los enlaces fuertes que unen el átomo de oxígeno a los átomos de hidrógeno?	Se trata de enlaces covalentes polares.
3.- ¿Por qué disminuye la cantidad de oxígeno disuelto debido a algunos procesos contaminantes?	Porque a consecuencia de esos procesos se vierten sustancias que sirven de alimento a microorganismos que consumen el oxígeno, o petróleo o aceites minerales que impiden el intercambio gaseoso, o se aumenta la temperatura de las aguas, lo que disminuye la solubilidad.
4.- ¿Por qué cuando hay un proceso de contaminación los peces mueren asfixiados?	Mueren asfixiados por la falta de oxígeno o porque en el proceso contaminante se produce alguna sustancia asfixiante.
5.- ¿Cuáles son esos procesos de contaminación a los que se refiere el texto y cómo se originan?	Procesos en los que se liberan sustancias que provocan un aumento de la biomasa, o que impiden el intercambio gaseoso o que provocan un aumento de temperatura.

Fuente: elaboración propia

Tabla 11 Valores medios de la confianza que manifiestan los alumnos de COU y de 3º BUP en conocer la respuesta a las cinco preguntas más frecuentes de los alumnos de 8º (escala: Seguro que sí = 4; Puede que sí = 3; Puede que no = 2; Seguro que no = 1) y de la evaluación de las respuestas que dan (escala: Correcta = 4; Aceptable = 3; Elementos aceptables = 2; Sin elementos aceptables = 1)

Pregunta nº	Confianza que manifiestan en saber la respuesta		Evaluación de la respuesta	
	3º BUP	COU	3º BUP	COU
1	3,04	3,07	2,07	2,44
2	3,00	3,30	2,25	2,30
3	2,07	1,96	1,39	2,70
4	3,39	3,19	3,53	3,63
5	2,61	2,67	1,39	1,74

Fuente: elaboración propia

Se ha dirigido la atención también a aquel alumnado de 3º BUP y de COU que hace las preguntas más frecuentes de 8º de secundaria en Portugal. En la Tabla 12 se presentan los valores de confianza en saber las respuestas y la evaluación de las mismas para la fracción de alumnos de 3º BUP y COU que hacen ellos mismos las preguntas

sobre las que se les pide la respuesta. Se puede observar cómo los valores tanto de la confianza en saber la respuesta como de la evaluación de las respuestas son casi siempre más bajos que los valores medios de su grupo. Esto es compatible con la afirmación de que preguntan cuando no saben una cosa, es decir preguntan más cuando saben menos.

Tabla 12 Valores medios de la confianza en saber la respuesta y de la evaluación de las respuestas de la fracción de alumnos que hace las preguntas. Los valores medios de todo el grupo se indican entre paréntesis.

Pregun- ta n°	N° de alumnos que hacen la pregunta		Confianza que manifiestan en saber la respuesta		Evaluación de la respuesta	
	3° BUP	COU	3° BUP	COU	3° BUP	COU
1	7	2	2,17(3,04)	2,5(3,07)	1,83(2,07)	1,5(2,44)
2	0	1	--- (3,00)	2,0(3,30)	--- (2,25)	3,0(2,30)
3	8	4	1,71(2,07)	1,5(1,96)	1,29(1,39)	2,0(2,70)
4	0	2	--- (3,39)	2,5(3,19)	---(3,53)	2,5(3,63)
5	3	2	2,33(2,61)	1,0(2,67)	1,0(1,39)	2,0(1,74)

Fuente: elaboración propia

5.1.2.4 Discusión de resultados.

Los resultados muestran cómo los alumnos formulan preguntas de calidad cuando tienen oportunidad. No existen sin embargo grandes diferencias al variar el nivel.

Es una afirmación común entre los educadores que los alumnos más jóvenes son más inquisitivos y curiosos, y que a medida que avanzan en el sistema escolar, pierden gradualmente el interés por todo aquello que no sea una buena nota o calificación. Sin embargo, los resultados de esta investigación no indican eso. Es cierto que hay muchas preguntas frecuentes entre los alumnos de 8° que los de COU no hacen, pero la razón está en que los de COU o 3° saben las respuestas, o al menos creen que las saben. De hecho, las preguntas que más hacen coinciden con las que menos creen saber y realmente saben menos. También es importante destacar el valor promedio elevado de la confianza en saber las respuestas en comparación con los valores promedio de la evaluación de las mismas. Esto demuestra una amplia presencia del llamado "conocimiento ilusorio" (Glenberg et al., 1982), es decir, las personas creen que saben cuando en realidad no es así. Otro hecho que surge de los resultados presentados es la existencia de intereses entre los estudiantes que a menudo pueden pasar desapercibidos para el profesorado. ¿Por qué

interesa tanto la solubilidad de los gases en CO₂ y tan poco en O₂? Una posibilidad que merece un estudio más profundo es que las preguntas surjan de la violación de los "ideales de orden natural" (Toulmin, 1961). Estos ideales serían aquellas ideas que no necesitan ser explicadas, por considerarlas el sujeto inteligibles en sí mismas. Evidentemente, estos ideales de orden natural irán variando a lo largo de la escolaridad. Por último, es importante destacar que, dado que después de hacer una pregunta las personas están especialmente dispuestas a aprender, como escribe Dillon (1986), seguramente todas estas preguntas que hicieron los alumnos nos invitan a los profesores a enseñarles muchas cosas interesantes que las ciencias tienen.

5.1.3 Estudio A3: Análisis de las preguntas sobre un texto científico generadas en tareas de diferente exigencia

Este estudio recoge resultados obtenidos en una investigación conjunta hispano-portuguesa llevada a cabo durante el curso 96/97 (Financiada por *Acciones Integradas Hispano-Portuguesas* HP1997-008). El investigador principal por la parte española era José Otero Gutiérrez, director de esta tesis en aquel momento.

El papel del doctorando en la investigación se describe teniendo en cuenta las recomendaciones de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy, <https://credit.niso.org>) consistió fundamentalmente en:

Colaboración en la conceptualización de la investigación, en el diseño de la investigación, sus objetivos, las preguntas de investigación y el procedimiento que se usó para recoger las preguntas del alumnado.

Elaboración de los textos sobre los que la muestra de alumnado debía hacer las preguntas objeto del estudio.

Recopilación de datos experimentales de los estudiantes españoles participantes.

Colaborar en la mejora de la fiabilidad del procedimiento de categorización de las preguntas obtenidas en la investigación.

Escribir en colaboración con el Dr. José Otero, el borrador original con los resultados y la discusión que se presentan en el capítulo 5.1.5 de la Memoria.

5.1.3.1 Introducción

Este estudio se enfoca en las preguntas formuladas para corregir déficits de conocimiento declarativo mientras los lectores procesan textos científicos que explican fenómenos naturales. Por un lado, se intenta averiguar la clase de preguntas que realiza el alumnado de ciencias de enseñanza secundaria de varios niveles al leer estos textos y por otro, caracterizar algunos factores que puedan influir en la cantidad y en la calidad de las preguntas que hagan. Concretamente se trata de contestar a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué tipo de preguntas hacen los alumnos que leen un texto científico?

b) ¿Qué influencia tienen el nivel/curso y la demanda de la tarea en la cantidad y la calidad de las preguntas?

Doscientos ochenta y nueve estudiantes portugueses de 8º (14 años), 10º (16 años) y 12º grado (18 años) y treinta y cuatro estudiantes españoles de 3º BUP (17 años, equivalente a 11º grado) participaron en el estudio. Se pidió a los estudiantes que hicieran preguntas sobre dos breves textos científicos que explicaban fenómenos naturales. Se usaron tres condiciones de tarea diferentes. Así, en la condición "Clase", la tarea se presentó como una actividad destinada a desarrollar la capacidad de hacer preguntas. En la condición "Examen", la tarea se presentó como una prueba de generación de preguntas. Finalmente, en la condición "Extra-académica", la tarea de hacer preguntas se presentó como una participación en un proyecto de investigación patrocinado por el Ministerio de Educación y orientado a la mejora de los libros de texto de ciencias.

Es bien sabido que las estrategias activas de autorregulación, como la elaboración, el pensamiento crítico y la organización de la información, influyen en el aprendizaje (Weinstein y Mayer, 1985; París et al., 1983). La vigilancia (monitoring) de la comprensión propia también forma parte de las estrategias que desempeñan un papel clave en el aprendizaje autorregulado (Corno, 1986; Zimmermann, 1990). Se pueden distinguir dos fases en la vigilancia de la comprensión: evaluación y regulación de la comprensión (Baker, 1985; Zabucky y Ratner, 1986, 1989, 1992; Otero, 1996). La evaluación se refiere a la identificación de un problema de comprensión. Los estudiantes de primaria, por ejemplo, a menudo pasan por alto inconsistencias aparentemente claras que existen entre la información que aparece en un texto y su conocimiento (Markman, 1979). Esto puede indicar un problema de evaluación. La regulación consiste en las acciones emprendidas para resolver el problema una vez que se detecta. Los estudiantes son capaces de detectar un problema de comprensión, pero aparentemente no toman las medidas adecuadas, cuando, por ejemplo, ignoran conscientemente la dificultad o la "reparan" inapropiadamente a través de inferencias infundadas (Baker, 1979; Otero, 1996). Una de las acciones adecuadas de regulación consiste en hacer preguntas sobre la información problemática que hay que procesar.

Como se señaló en apartados anteriores, las preguntas pueden formularse con varios propósitos en mente, como establecer una base común en un diálogo, coordinar socialmente la acción o controlar la conversación y la atención (Graesser et al., 1992). Este estudio no se diseñó para centrarse en estos tipos de preguntas, sino más bien en aquellas cuyo objetivo es corregir déficits de conocimiento declarativo, un tema especificado por Graesser et al. (1992) como uno de los mecanismos responsables de la generación de preguntas.

Se sabe que hacer preguntas tiene efectos positivos en la comprensión. Rosenshine et al. (1996) revisaron 26 estudios sobre qué efectos tiene el hacer preguntas en la comprensión y pudieron determinar un tamaño de efecto global de 0,36 cuando se utilizaron textos de comprensión estandarizados para medir la variable dependiente. El tamaño del efecto aumentó a 0,86 cuando se utilizaron textos hechos por el profesor para medir la comprensión. La mejora provocada por las preguntas fue patente en todos los niveles, desde tercer grado hasta la universidad.

Sin embargo, hacer preguntas puede no ser una tarea fácil para todos los estudiantes. Generar una pregunta de déficit de conocimiento es un proceso que comprende tres etapas distintas: detección de anomalías, articulación de la pregunta y edición social (Graesser et al., 1992). Hay variables que influyen y que operan en cualquiera de estas tres etapas, que pueden afectar a la generación de preguntas de déficit de conocimiento. En primer lugar, hay influencias que surgen de variables cognitivas y metacognitivas. El procesamiento superficial de la información, por ejemplo, puede limitar la detección de anomalías, la primera etapa en la generación de preguntas de déficit de conocimiento. Como se indicó anteriormente, muchos resultados en la literatura de control de la comprensión muestran las dificultades que encuentran los estudiantes al detectar anomalías aparentemente evidentes, como contradicciones en el texto o inconsistencias con su propio conocimiento (Markman, 1979; Baker, 1979; Otero y Campanario, 1990). Por ejemplo, Otero y Campanario (1990) dieron a estudiantes de 2º de BUP (equivalente al nivel de 10º grado) seis párrafos cortos, de 70 a 90 palabras cada uno, para la evaluación de la comprensibilidad. Cuatro de estos párrafos contenían contradicciones explícitas insertadas en la segunda y la sexta oración. Un ejemplo de una de estas contradicciones fue la siguiente: "Las uniones interatómicas de las cerámicas son fuertes y rígidas ... Las cerámicas son frágiles porque sus uniones interatómicas son débiles y no rígidas". Posteriormente, encontraron que el 34% de los estudiantes no detectaron ninguna de las contradicciones en los cuatro párrafos. La falta de detección de tales dificultades seguramente evitaría hacer cualquier pregunta orientada a resolver el problema de comprensión. Problemas de control similares aparecen en estudios sobre la evaluación del propio estado de comprensión. Glenberg y Epstein (1985) encontraron que el rendimiento de los sujetos en la verificación de inferencias derivadas de un texto dado fue muy pobre en comparación con su confianza en depender de ese texto para hacer inferencias correctas.

En segundo lugar, hay variables personales como el logro, la motivación y la autoestima que influyen en la formulación de preguntas, especialmente en la etapa de edición social. Por ejemplo, Good et al. (1987) encontraron que los alumnos de primaria considerados como estudiantes promedio hacen más preguntas que los de bajo y alto rendimiento. Los estudiantes con alta autoestima parecen ser muy sensibles al costo de hacer preguntas, aunque las interacciones con otras variables ocasionalmente producen un efecto nulo de esta variable en la formulación de preguntas (Van der Meij, 1994).

En tercer lugar, las variables del contexto y aquellas relacionadas con las limitaciones sociales también pueden evitar que los estudiantes hagan preguntas. Así, Karabenick (1996) examinó las influencias sociales en la evaluación de la comprensión de los estudiantes, un requisito previo crucial para hacer preguntas. Encontró que la evaluación de la comprensión de los estudiantes dependía del número de preguntas realizadas por los compañeros de clase. En otras palabras, las señales de confusión de otros estudiantes crean la condición para la expresión de la propia falta de comprensión. Del mismo modo, García-Arista et al. (1996) encontraron que la detección de anomalías, que es la primera etapa en la generación de una pregunta, depende del contexto: los estudiantes de secundaria detectaron más inconsistencias cuando confiaban en textos en un entorno de clase de ciencias que cuando usaban los mismos textos en un entorno de clase de lenguaje. Cuerva y Otero (1996) encontraron evidencia adicional sobre el efecto de las variables contextuales en la vigilancia de la comprensión: los estudiantes de secundaria detectaron más inconsistencias en la información científica cuando pensaban que provenía de una fuente de autoridad (un libro de texto de nivel universitario), que cuando pensaban que provenía de una fuente de menor autoridad epistémica, como un libro de texto de nivel de primaria.

Además de estas deficiencias en cualquiera de las etapas de generación de preguntas mencionadas, estudios anteriores han demostrado que la evaluación en algunos sistemas educativos (por ejemplo, el sistema español y su contraparte portuguesa) enfatiza vagamente la importancia de las habilidades de vigilancia de la comprensión (Otero et al. 1992; Campanario et al., 1994). Se encontró que la correlación entre el rendimiento académico medido mediante pruebas hechas regularmente por el profesor y las mediciones de la capacidad de vigilancia de la comprensión era positiva y significativa, pero de baja a moderada magnitud. Esto puede interpretarse como el resultado del bajo peso de las habilidades de vigilancia de la comprensión en los instrumentos de evaluación del profesorado. La capacidad de vigilancia de la

comprensión incluye hacer preguntas cuando el sujeto no puede resolver un problema. En consecuencia, algunos procedimientos de evaluación pueden desalentar a los estudiantes a regular activamente su comprensión mediante la formulación de preguntas, debido a la importancia limitada que se le da a la vigilancia de la comprensión cuando se trata de rendimiento académico.

Como consecuencia de estas influencias, no es sorprendente descubrir que los estudiantes hacen menos preguntas en entornos normales de clase, como ya se señaló en apartados anteriores. Graesser y Person (1993) informan que las frecuencias estimadas de preguntas de los estudiantes por hora de clase, desde el jardín de infancia hasta el 12º grado, oscilan entre 1,3 y 4,0 con una mediana de 3,0. Esto corresponde a un promedio de 0,11 preguntas por hora y por alumno para un promedio de 26,7 estudiantes por clase, según informó Dillon (1988b), aunque mejora hasta 0,7 en clases diseñadas para discusión en el nivel secundario. En conclusión, estos estudios muestran que los estudiantes hacen menos preguntas en el entorno del aula y, además, las preguntas frecuentes tienen un bajo nivel cognitivo (Dillon, 1988b; Pedrosa de Jesus & Maskill, 1990).

Sin embargo, la investigación también ha demostrado que los estudiantes son capaces de hacer preguntas sobre un tema científico, siempre que se cumplan ciertas condiciones. Ejemplos de estas condiciones son las que existen en entornos de tutoría (Graesser y Person, 1994) o las proporcionadas por sistemas de enseñanza asistida por ordenador como "Point and Query" (Graesser et al. 1993). "Point and Query" proporciona una interfaz donde los estudiantes aprenden señalando palabras o imágenes en la pantalla del ordenador, luego haciendo preguntas desde un menú que son relevantes para el elemento seleccionado y finalmente interpretando las respuestas proporcionadas.

Al identificar las variables que facilitan hacer preguntas bajo estas condiciones, podemos aprender cómo mejorar la formulación de preguntas en otros entornos. Ese sería el caso del estudio realizado por Graesser et al. (1993), usando "Point and Query", donde los objetivos de los estudiantes fueron una variable que tuvo un gran impacto en la formulación de preguntas. En ese estudio, se les dijo a estudiantes universitarios que adquirieran conocimiento sobre instrumentos de viento madera del sistema "Point and Query". Los objetivos de los estudiantes se manipularon al variar las tareas específicas.

En una condición de "Diseño de instrumento", los estudiantes usaron "Point and Query" para aprender a diseñar un nuevo instrumento de viento madera que tuviera un tono específico. Sin embargo, en una condición de "Ensamblar una banda", la tarea consistía

en armar una banda de seis músicos de viento madera para tocar en una fiesta de Año Nuevo. Los resultados mostraron que hubo un aumento significativo e importante en la frecuencia de preguntas causales formuladas en la tarea de Diseño de Instrumento en comparación con la tarea de Ensamblar una Banda. El conocimiento causal se investigó si la tarea de los estudiantes consistía en resolver un problema causal; de lo contrario, los estudiantes hacían preguntas relativamente superficiales. Por lo tanto, los objetivos de los lectores, influenciados por las demandas de la tarea, parecen ser una variable interesante para explorar en estudios sobre la formulación de preguntas en entornos educativos. El curso en que están los estudiantes también puede influir en la formulación de preguntas. En ese sentido, Otero et al. (1992) encontraron que la habilidad de control de la comprensión de los estudiantes de secundaria españoles aumentaba gradualmente desde el 9º grado hasta el 12º grado. En consecuencia, uno esperaría un aumento correspondiente en la cantidad y/o calidad de las preguntas formuladas sobre información problemática.

En la realización de la investigación se presentaron dos textos científicos a varias clases, pidiendo a los estudiantes que los leyeran cuidadosamente y que preguntaran por escrito sobre todo lo que no entendieran. Se trató de crear diferentes condiciones de tarea proporcionando información diferente sobre el propósito de la actividad. En uno de los escenarios, la actividad de hacer preguntas se presentó simplemente como un ejercicio de clase ("Condición Clase"). En otro, se presentó la misma actividad, pero informando a los estudiantes que serían evaluados según la cantidad y calidad de las preguntas formuladas ("Condición Examen"). Es bien sabido que la percepción de los estudiantes de las demandas de evaluación influye en sus estrategias de aprendizaje (Alexander et al. 1994; Entwistle y Ramsden, 1983). Crooks (1988, p. 443) destaca como uno de los efectos de la evaluación "comunicar y reforzar ... los objetivos amplios del instructor o del plan de estudios para los estudiantes". Por lo tanto, se esperaba que presentar la tarea como una actividad que sería evaluada influiría en los objetivos de los estudiantes. Esperábamos que generar preguntas pueda considerarse más importante en esta condición que en la condición básica de Clase y que la cantidad y/o calidad de las preguntas formuladas también puedan mejorar. Finalmente, en un tercer escenario, la tarea se presentó como una participación en un proyecto de investigación sobre la mejora de los libros de texto de ciencias ("Condición Extra-académica"). Los estudiantes fueron tratados como "consultores" sobre las dificultades de comprensión de los textos presentados. Se suponía que esta condición, sin una relación directa con las actividades de instrucción de los

estudiantes, proporcionaría una línea de base para la comparación con las otras dos disposiciones, que eran situaciones más académicas. Graesser et al. (1992) definen una pregunta como "una expresión (es decir, acto de habla, enunciado) en la que el hablante busca información genuina del oyente (p. 169)". Hemos utilizado la taxonomía de preguntas desarrollada por Graesser et al. (1992) para analizar la cantidad y calidad de las preguntas formuladas (Tabla 13). Sin embargo, la taxonomía original se modificó ligeramente, fusionando las categorías "Instrumental/Procedimental" y "Capacitar" y cambiando el orden de algunas categorías, como se muestra a continuación.

Algunos tipos de preguntas, como antecedente, consecuencia, orientación de objetivo, instrumental/procedimental, habilitación y expectativa, son denominados por Graesser y coautores como "preguntas de razonamiento profundo" (DRQs, por sus siglas en inglés). Las DRQs están altamente correlacionadas con los niveles más profundos de cognición (Graesser y Person, 1994) y, por lo tanto, pueden considerarse "preguntas de alta calidad". Como tales, desempeñaron un papel importante en nuestro análisis.

5.1.3.2 Metodología

Sujetos

Han participado un total de 323 alumnos, 94 de 8º grado, 123 de 10º grado y 72 de 12º grado de secundaria de Portugal, y 34 alumnos de 3º BUP españoles, equivalente en edad al 11º grado de secundaria portugués, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 13 Taxonomía de preguntas desarrollada por Graesser et al. (1992; Graesser y Person, 1994). Las categorías de las DRQs están indicadas entre paréntesis. Los ejemplos corresponden a preguntas formuladas por estudiantes en este estudio. En los casos de categorías vacías, los ejemplos (identificados con un asterisco) se tomaron de Graesser et al. (1992).

Categoría de la Pregunta	Ejemplo
1. Verificación	¿Las gotitas son gotas?
2. Disyuntiva	¿Las nubes están hechas de vapor de agua o están hechas de gotas?
3. Completar un concepto	¿En qué líquidos se disuelve el nitrógeno? ¿Cuáles son las otras cosas que permiten a los peces respirar en el agua?
4. Especificación de aspectos	¿Qué tipo de proceso contaminante? El agua contenida en una nube, si no está en estado líquido... ¿en qué estado está?
5. Cuantificación	¿Cuál es la velocidad promedio de una gota de agua? ¿Cuál es, más o menos, la cantidad de oxígeno que los peces necesitan para sobrevivir en el agua?
6. Definición	¿Qué es la fricción del aire? ¿Qué es la solubilidad?
7. Ejemplo	¿Podrían dar ejemplos del tipo de contaminación al que se refiere el texto?
8. Comparación	¿Cuál es la diferencia entre el vapor de agua y las gotas de agua? ¿Cuáles son otras diferencias entre el oxígeno y el oxígeno disuelto?
9. Interpretación *	¿Muestra ese gráfico un efecto principal para A?
10. Antecedente causal (DRQ)	¿Por qué a veces llueve más a menudo que en otras ocasiones? ¿Por qué estos gases son solubles en el agua?
11. Consecuencia causal (DRQ)	¿Y si no hay vapor de agua en el aire, qué sucede?
12. Orientación al objetivo (DRQ)	¿Entonces el agua para qué lleva el oxígeno, aparte de que sin él no sería agua?
13. Procedimental, Instrumental, y Capacitar (DRQ)	¿Cómo se crea una tormenta? ¿Cómo será posible romper la molécula de agua?
14. Enjuiciamiento *	¿Qué opinas sobre los nuevos impuestos?
15. Expectativa (DRQ)	¿Por qué las gotas no caen en verano? ¿Por qué el oxígeno en contacto con el agua no está completamente enlazado con el hidrógeno?
16. Aserción	Entendí casi todo, solo la última parte fue un poco confusa.
17. Petición *	Por favor, dime cómo obtener una impresión de este archivo.

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Alumnado participante en el estudio

nivel	8º	10º	3ºBUP (11º)	12º	total
nº grupos	4	7	2	5	18
nº alumnos	94	123	34	72	323

Fuente: elaboración propia

Los estudiantes pertenecían a 18 clases intactas de cinco centros educativos. Tres de los centros portugueses están ubicados en Coímbra, una en Moimenta da Beira, una ciudad de 13 000 habitantes ubicada en el norte de Portugal. El centro español es un instituto en Negreira (A Coruña), una villa de unos 7 000 habitantes. Los estudiantes participantes representaban diversos niveles socioeconómicos: clases medias y medias-altas en las escuelas de Coímbra, clases medias y bajas en Moimenta da Beira y clases medias en Negreira.

Todos los estudiantes tenían alguna formación previa en ciencias. El plan de estudios portugués contempla cursos de Ciencias Generales para todos los estudiantes en quinto y sexto grado, y un curso de Biología Introdutoria más Geología en séptimo grado. También son obligatorios cursos de Física y Química Introdutorias en octavo y noveno grado. En España el alumnado cursa Biología y Geología en 1º BUP y Física y Química en 2º BUP. Todos los estudiantes de décimo grado que participaron en el estudio estaban cursando materias optativas de Física y Química, así como Ciencias de la Vida y la Tierra. Los participantes del duodécimo grado estaban cursando una o dos de las siguientes materias: Física, Química, Biología o Geología.

En cuanto a la actividad de formulación de preguntas, cabe añadir que ninguno de los participantes tenía una formación específica previa en la formulación de preguntas o en el análisis de textos científicos. En lo que respecta a las tareas y procedimientos discutidos, fue una experiencia totalmente nueva para el alumnado participante.

Materiales:

Se pidió a los estudiantes que hicieran preguntas sobre dos textos cortos de ciencias que describían fenómenos naturales: "Nubes" y "Oxígeno disuelto" (Tabla 15). Los textos se seleccionaron de manera que, 1) cada uno abordara un contenido de las áreas de física y química, y 2) cada uno describiera fenómenos naturales relativamente desconocidos para los estudiantes, que los estimularan a hacer preguntas.

Los textos, escritos en portugués o en español según el caso, se incluyeron en unos cuadernillos que se entregaban al alumnado. Estos cuadernillos constaban de 7 páginas. La primera de ellas contenía las instrucciones, las siguientes contenían un texto titulado "las nubes", de 113 palabras, que debían "leer con atención, tratando de entenderlo", una página donde debían resumir el texto anterior y otra página en que se repetía el texto y donde debían escribir sus preguntas y dudas. A continuación había otra página con un texto titulado "Oxígeno disuelto", de 103 palabras, otra página donde debían resumir el

texto del Oxígeno y una más donde debían escribir las preguntas y dudas sobre el texto del oxígeno.

Las páginas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 eran iguales en todos los cuadernillos. Para la primera página, la que contiene las instrucciones había tres modelos diferentes, para crear tres condiciones distintas de exigencia o demanda de la tarea. En la que corresponde a la primera de las condiciones, que llamaremos “Sin Demanda”, SD, figura el título “Actividad de desarrollo de la capacidad de comprensión” y en ella se señala que se trata de una actividad destinada a desarrollar su capacidad de entender los fenómenos científicos. En la segunda condición, que llamaremos “Demanda Académica”, DA, la hoja se titulaba “Prueba de evaluación de la capacidad de hacer preguntas sobre un tema”. En ella se indicaba que se trataba de una prueba para evaluar su capacidad de entender los fenómenos científicos, y que recibirían una calificación en función de la calidad de las preguntas y dudas que escriban. En la tercera condición, que llamaremos “Demanda Extraacadémica”, DEA, figuraba el título “Cuestionario del proyecto de investigación ‘Mejora de la comprensión de libros de texto de Física y Química’. Ministerio de Educación”. En ella se indicaba que su centro había sido elegido en un proyecto que serviría para que se escribiesen mejores libros de texto de Física y Química.

Procedimiento:

La prueba se realizó al principio del tercer trimestre del curso 95/96. Participaron clases completas, que realizaron la prueba en la hora de clase de Física o de Física y Química. Su profesor o profesora habitual fue quien les pasó la prueba. Se comenzó dando unas instrucciones orales mínimas, señalando que iban a realizar una actividad algo distinta de lo habitual, y que en el cuadernillo que se les repartía se indicaba claramente lo que tenían que hacer. También se les indicó que si tenían alguna duda, el profesor se la resolvería a cada uno de forma individual.

En las instrucciones escritas se les señalaba un plazo de tiempo de 40 minutos. Este tiempo fue suficiente. El profesor iba recogiendo los cuadernillos a medida que iban acabando, y nadie dejó de acabar la prueba por falta de tiempo.

Al preparar los lotes de cuadernillos para usar en cada aula se mezclaron al azar el número adecuado de cuadernillos de cada nivel de demanda, para que cada lote contuviera un tercio de cada nivel.

Tabla 15. Textos usados en el estudio

Las nubes	La mayoría de la gente cree que las nubes están formadas por vapor de agua. Pero esto no puede ser así, porque entonces serían transparentes, y no las veríamos. El agua que contiene una nube está en forma de minúsculas gotitas, que dispersan la luz y le dan a las nubes su característico color blanco. Estas gotitas, debido a la fricción del aire, y a las turbulencias que hay en las nubes, caen muy lentamente. Si en el aire hay vapor de agua suficiente para que las gotitas de agua aumenten de tamaño, su velocidad de caída aumenta. En su caída van capturando otras gotitas que encuentran en su camino y siguen creciendo
Oxígeno disuelto	Algunos gases, como el oxígeno, el nitrógeno, el dióxido de carbono o el amoníaco, son solubles en líquidos. La solubilidad del oxígeno en el agua es lo que permite, entre otras cosas, que los peces respiren. Cuando por algún proceso contaminante, disminuye la cantidad de oxígeno disuelta en el agua, los peces mueren por asfixia. Y ello a pesar de vivir en el agua, H ₂ O, que contiene oxígeno en su composición. La razón de ello es que no son capaces (y nosotros tampoco) de romper la molécula de agua, en la que el átomo de oxígeno está unida a los átomos de hidrógeno por fuertes enlaces.

Fuente: elaboración propia

Medidas

Para cada alumno participante se contó el número total de preguntas con cada texto, se asignaron las preguntas a las distintas categorías de Graesser et al. y se contabilizaron aquellas de las preguntas que eran de razonamiento profundo, DRQs.

Las preguntas escritas por los estudiantes en los cuadernillos fueron clasificadas de manera independiente por dos investigadores (el doctorando autor de esta memoria y un investigador portugués) utilizando el esquema de Graesser et al. (1992) como se explicó anteriormente. Para comprobar la fiabilidad de la asignación a las categorías, en un primer momento los dos investigadores utilizaron la taxonomía mencionada para clasificar de manera independiente 100 preguntas de un estudio piloto. Hubo un acuerdo limitado en la clasificación de las preguntas en las categorías: un 75 % de acuerdo en la asignación de la categoría y un 96 % en la clasificación de las preguntas como DRQs. Después de esto, los dos autores clasificaron conjuntamente otro conjunto de 160 preguntas del presente estudio. Se tomaron dos decisiones principales durante esta etapa para mejorar la fiabilidad del instrumento. En primer lugar, las categorías "Instrumental/Procedimental" y "Capacitar" se fusionaron porque distinguirlas resultó

poco confiable. Este cambio no afectó la clasificación de las preguntas como DRQ, ya que ambas categorías estaban incluidas en el grupo de DRQ. En segundo lugar, se encontró que algunas preguntas podían clasificarse en más de una categoría, lo cual es también una opinión de los autores de la taxonomía (Graesser y Person, 1994, p. 112). En los casos en que una de las categorías pertenecía al grupo de DRQ, la pregunta se incluyó en esta categoría. En todos los demás casos, se llegó a un acuerdo a través de la discusión. Con estas pautas en mente, se alcanzó un acuerdo del 94 % en la asignación de categorías y del 98 % en la asignación al grupo de DRQ en una muestra del conjunto definitivo de preguntas que fueron clasificadas de manera independiente.

5.1.3.3 Resultados

La Tabla 16 muestra las proporciones de preguntas de cada categoría realizadas por los estudiantes en diferentes niveles. La Tabla 17 muestra el número promedio de preguntas y los porcentajes promedio de DRQs realizadas según cada una de las tres condiciones, de acuerdo con el tipo de tarea.

Tabla 16. Porcentaje de preguntas en cada categoría según los niveles

Categoría	Nivel			
	8°	10°	3° BUP	12°
Verificación	15.3	16.2	17.9	26.6
Disyuntiva	0.6	2.5	1.9	3.5
Completar un concepto	5.8	8.0	6.7	4.6
Especificación de aspectos	2.8	2.5	2.2	0.0
Cuantificación	0.0	0.6	0.7	1.2
Definición	5.6	7.4	6.4	7.0
Ejemplo	0.0	0.2	0.1	0.0
Comparación	0.0	0.8	0.4	0.0
Interpretación	0.0	0.0	0.0	0.0
Antecedente causal (DRQ)	40.6	35.4	36.6	32.4
Consecuencia causal (DRQ)	4.2	1.0	2.4	1.9
Orientación al objetivo (DRQ)	0.0	0.0	0.1	0.0
Procedimental, Instrumental y Capacitar (DRQ)	3.3	3.7	3.9	5.0
Expectativa (DRQ)	15.3	15.3	14.6	15.1
Enjuiciamiento	0.0	0.0	0.0	0.0
Aserción	6.7	6.5	6.0	2.7
Petición	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: elaboración propia

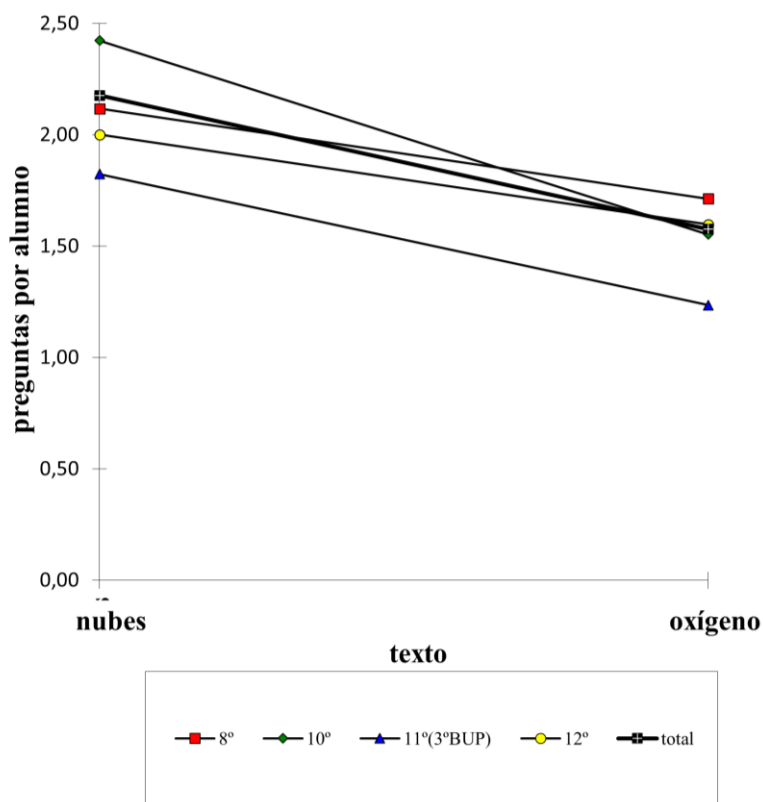
Tabla 17. N° medio de preguntas y porcentaje de DRQs en función del nivel y la demanda

Nivel	Condición					
	Clase		Examen		Extra académica	
	n medio	% DRQ	n medio	% DRQ	n medio	% DRQ
8º	3,45	54	4,13	66	3,91	52
10º	4,41	55	4,23	44	3,33	58
3º BUP	2,72	48	4,20	63	2,53	55
12º	3,28	67	3,75	56	3,78	45

Fuente: elaboración propia

La Figura 5 muestra el número de preguntas por alumno con cada uno de los textos. En todos los niveles el alumnado hace más preguntas con el texto “nubes” que con el texto “oxígeno disuelto”. El mayor número de preguntas por alumno, 2,40, lo hace el alumnado de 10º grado con el texto “nubes”, mientras que el alumnado de 3º BUP con el texto “oxígeno disuelto” hace el menor número de preguntas, 1,26. Los valores medios son 2,18 preguntas por alumno sobre el texto “nubes” y 1,63 sobre “oxígeno disuelto”.

Figura 5. Número de preguntas por alumno con cada texto

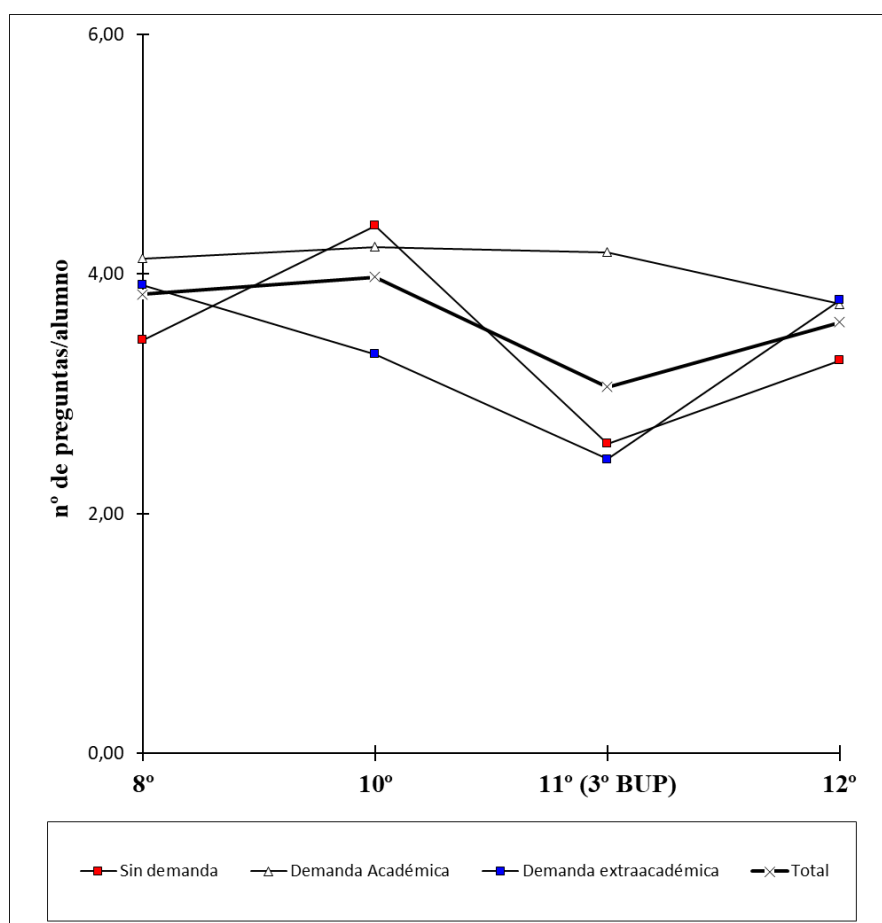


Fuente: elaboración propia

La Figura 6 muestra el número medio de preguntas por alumno en función del curso y de la demanda y la Figura 7 el número de preguntas por alumno en función de la demanda.

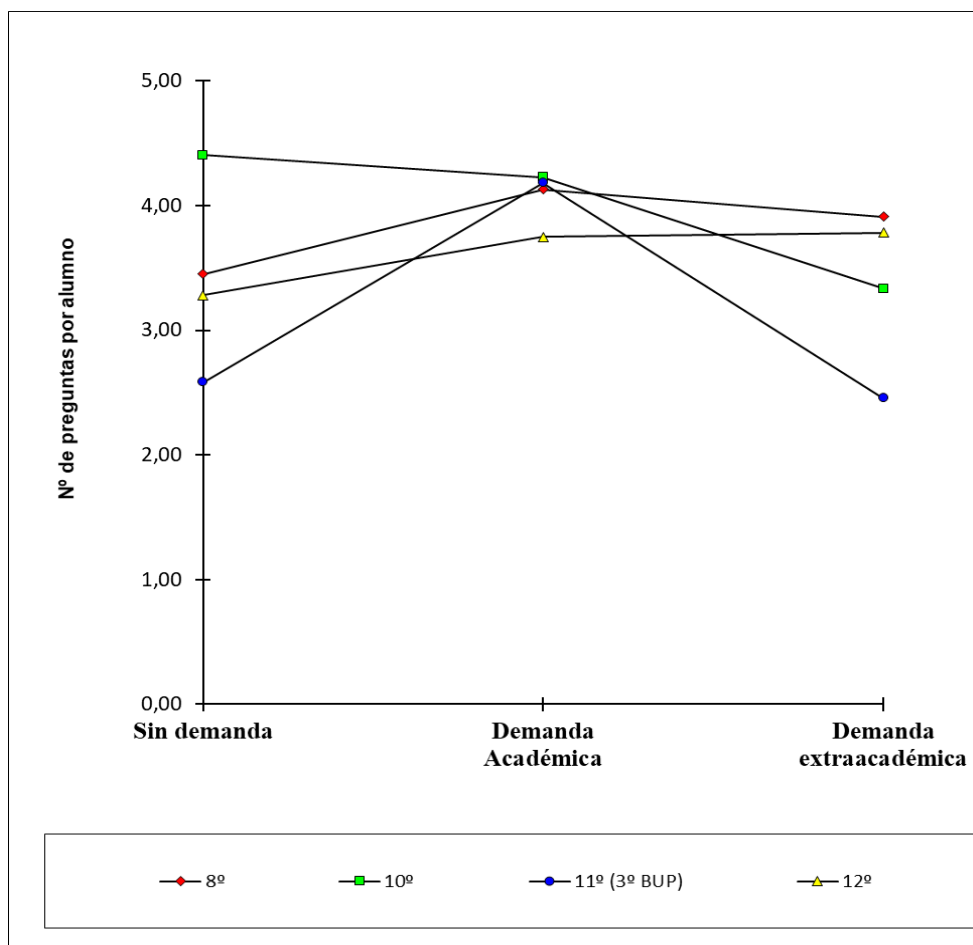
En 8º grado el mayor número de preguntas por alumno, 4,08, se produce con la Demanda Académica. En 10º el mayor número de preguntas se produce en la situación Sin Demanda, con 4,36. En 3º BUP preguntan más con la Demanda Académica, 4,12 y en 12º grado preguntan más con la Demanda Extraacadémica, con 3,83 preguntas por alumno. En la situación Sin Demanda el número medio de preguntas por alumno va desde 2,57 en 3º BUP a 4,36 en 10º. En la situación Demanda Académica, de 3,74 en 12º a 4,17 en 10º, y en la situación de demanda extraacadémica de 2,43 en 3º BUP a 3,98 en 8º.

Figura 6. Nº medio de preguntas en función del curso y de la demanda



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Efecto de la demanda en el número de preguntas por alumno

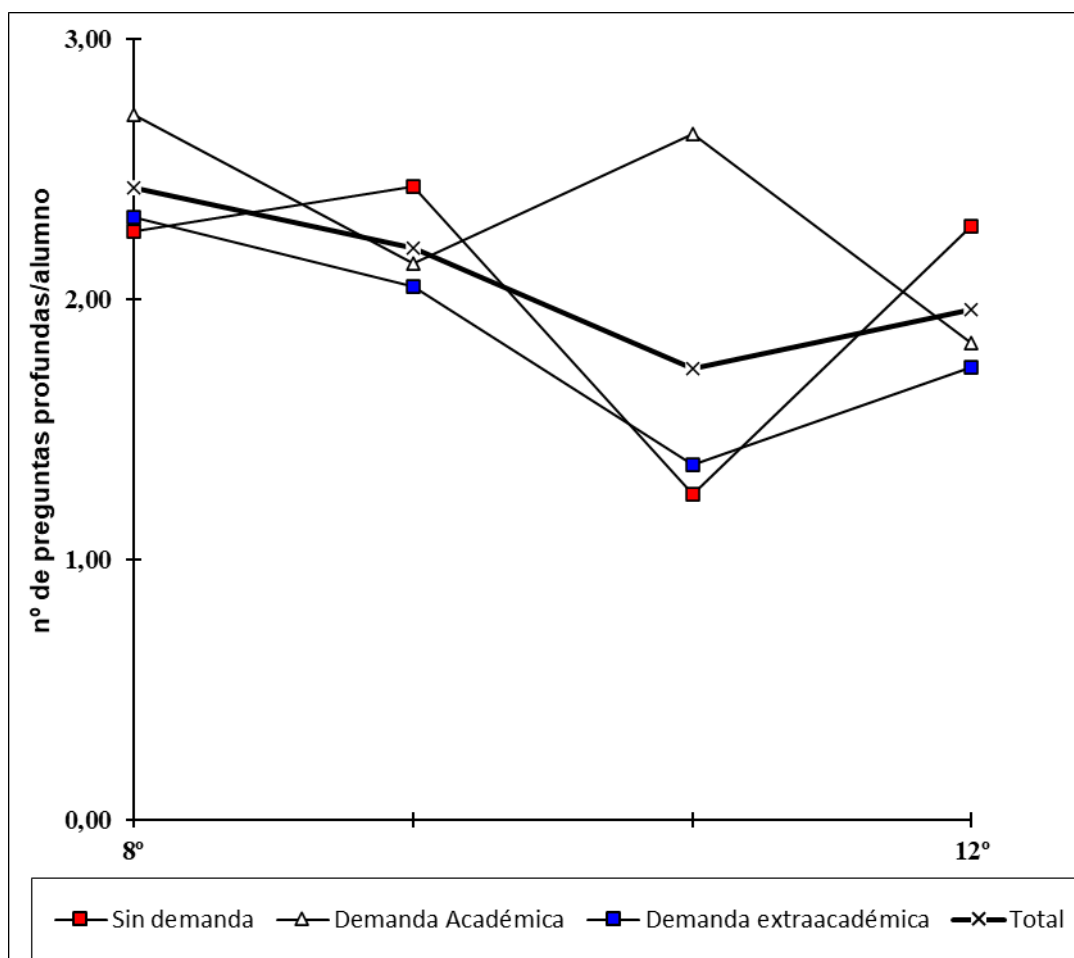


Fuente: elaboración propia

En la Figura 8 se representa el número de preguntas de razonamiento profundo en función del curso y de la demanda y en la Figura 9 la evolución del porcentaje de DRQ con el nivel, por demandas.

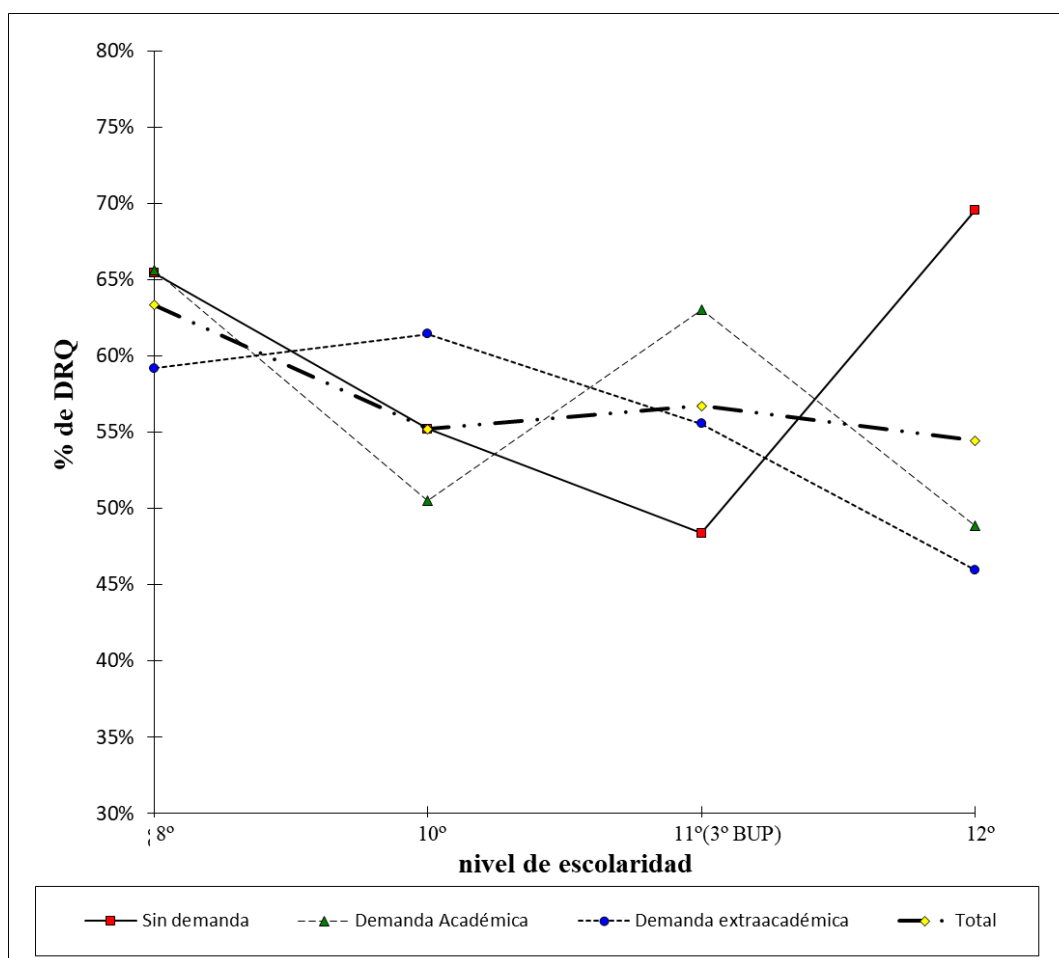
En 8º grado el número de preguntas de razonamiento profundo oscila entre 2,25 para la situación Sin Demanda y 2,70 para Demanda Académica. En 10º grado los valores van de 2,05 preguntas de razonamiento profundo en la situación de Demanda Extraacadémica a 2,43 en la situación Sin Demanda. En 3º BUP los valores van de 1,25 en la situación Sin Demanda a 2,63 en la situación Demanda Académica y en 12º grado los valores van de 1,75 con Demanda Extraacadémica a 2,28 en la situación Sin Demanda.

Figura 8 N° de preguntas de razonamiento profundo en función del curso y de la demanda



Fuente: elaboración propia

Figura 9. Porcentaje de preguntas de razonamiento profundo en función del nivel



Fuente: elaboración propia

5.1.3.4 Discusión

Algunos de los resultados en el estudio realizado son más fáciles de interpretar que otros, especialmente los resultados negativos. La ausencia de efectos principales para el nivel de grado y el tipo de tarea indica las interacciones complejas que pueden existir entre variables, influyendo en el comportamiento de los estudiantes a la hora de hacer preguntas en la situación cuasiexperimental descrita anteriormente (aunque más simple que una situación de aula normal). Primero discutiremos los resultados positivos y más fácilmente interpretables, seguidos por algunas posibles explicaciones para los resultados no significativos.

El resultado principal del estudio se refiere a la cantidad y calidad de las preguntas que hacen los estudiantes. Los datos sugieren que los estudiantes son capaces de hacer un número sustancial de preguntas cuando se les brinda la oportunidad. Por ejemplo, otros estudios han demostrado que los estudiantes pueden hacer 26,5 preguntas por hora por estudiante en condiciones de tutoría uno a uno (Graesser y Person, 1994) y 135 preguntas al usar el método "Point and Query" (Graesser et al. 1993). En la condición de clase del estudio actual, los estudiantes hicieron más de tres preguntas en promedio en cualquier nivel de grado, incluso cuando se les proporcionó una cantidad relativamente pequeña de información científica en comparación con el contenido típico del aula. Además, más del 50% de estas preguntas fueron preguntas de razonamiento profundo (DRQs, por sus siglas en inglés), lo cual es mucho mayor de lo que a menudo se informa en la literatura en situaciones normales de clase.

Las preguntas realizadas por los estudiantes en este estudio variaron en calidad. Algunas de ellas eran preguntas de bajo nivel, por ejemplo, aquellas provocadas por palabras desconocidas, como "¿Qué es el amoníaco?". Otras preguntas correspondían a inconsistencias directas entre el conocimiento del lector y la información basada en el texto, como en el siguiente ejemplo: "Siempre me dijeron que las nubes son vapor de agua... ¿por qué dicen entonces que estas [nubes] no son vapor de agua?". No obstante, los estudiantes también fueron capaces de generar preguntas de alta calidad. Estas surgieron cuando los estudiantes notaron inconsistencias entre su conocimiento y las inferencias extraídas del texto: "El texto dice que las nubes tienen un color blanco característico. ¿Por qué es que las nubes son más oscuras a veces?" o "Si el agua es transparente, ¿cómo es posible tener nubes blancas?". Estas preguntas pueden explicarse

por los intentos de los lectores de construir una representación a nivel referencial del texto, es decir, el llamado "modelo de situación" (Van Dijk y Kintsch, 1983). El modelo de situación representa "de qué trata el texto" en contraste con la "base textual", que representa el significado explícito expresado en el texto, o con el "código superficial" que representa la estructura sintáctica y las palabras exactas. El modelo de situación se construye reuniendo información del texto e información recuperada de la memoria del lector. La estudiante en el ejemplo mencionado sobre las nubes intenta deducir más que el significado explícito del texto: "las nubes hechas de agua son blancas". Ella recupera el conocimiento de la memoria ("el agua es transparente") e intenta vincular este conocimiento a la información del texto. La pregunta es provocada por su intento de construir una representación coherente, es decir, un modelo de situación, con estos dos fragmentos de información: agua blanca frente a agua transparente. Sin embargo, no todos los lectores intentan crear un nivel tan alto de representación. De hecho, construir un modelo de situación apropiado se ha tomado como criterio de comprensión exitosa (Graesser et al., 1994). Debido a esto, las preguntas de alta calidad son menos frecuentes en nuestro corpus lingüístico que las preguntas relacionadas con los otros niveles de representación, como las preguntas sobre términos desconocidos o declaraciones incomprensibles. Así, los estudiantes en el estudio actual fueron capaces de hacer preguntas de calidad variable, pero en cualquier caso, mucho más numerosas que en condiciones normales de aula. La limitada formulación de preguntas en las clases regulares de ciencias puede no deberse a la incapacidad para detectar anomalías, sino probablemente debido a un entorno apenas adecuado para la formulación de preguntas como mecanismo de regulación de la comprensión. La capacidad comprobada de formular preguntas relevantes por parte de nuestros estudiantes de ciencias, cuando se compara con la baja frecuencia de preguntas de calidad en condiciones normales de aula de ciencias, indica que existen muchas anomalías que no se transforman en preguntas, y mucho menos en preguntas respondidas. Este hecho sugiere que encontrar el efecto que estas anomalías no resueltas tienen en el comportamiento de vigilancia de la comprensión de los estudiantes de ciencias puede ser un importante tema de investigación. Las inconsistencias acumuladas y no resueltas pueden tener un efecto perjudicial en los estándares de comprensión de los estudiantes o en su disposición para comprender significativamente el mundo, una variable estudiada inicialmente por Cohen et al. (1955) bajo el nombre de "necesidad de cognición" (ver también, Cacioppo y Petty, 1982).

El segundo resultado principal positivo de nuestro estudio surge de la categorización de preguntas utilizando el esquema de Graesser et al. (1992): los estudiantes hacen una abrumadora cantidad de preguntas de antecedentes causales en comparación con las otras categorías. Hay investigaciones más recientes que coinciden con esta mayor frecuencia de preguntas causales, como por ejemplo el de Zrada et al. (2019).

Las relaciones causales proporcionan coherencia a los textos al vincular proposiciones. Se ha realizado mucha investigación sobre el papel de las relaciones causales en el procesamiento de narrativas (véase, por ejemplo, Trabasso et al. 1984) y sobre la validez psicológica de los vínculos causales en las representaciones de los lectores de estas narrativas. Existen pruebas de un mayor recuerdo de aquellos eventos vinculados causalmente y de que los lectores otorgan más importancia a estos eventos (Trabasso y Van den Broek, 1985; Trabasso y Sperry, 1985). Algunos resultados señalan la importancia de las relaciones causales también en la comprensión de textos expositivos (Coté et al. 1998; Millis et al. 1990). En particular, Millis y Graesser (1994) encontraron que los lectores generan inferencias de antecedentes causales al leer textos científicos cortos, pero no inferencias de consecuencias causales. Este resultado coincide con nuestro hallazgo, que refleja una mayor ocurrencia de preguntas de antecedentes causales. Generar una pregunta presupone identificar una anomalía (Otero y Graesser, 2001). Esto solo se puede hacer mediante la comparación entre la información del texto y las expectativas generadas por el lector. La actividad de inferir sobre los antecedentes causales puede ser responsable de la generación de estas expectativas y, en consecuencia, provocar preguntas de antecedentes causales. Por lo tanto, los estudiantes en nuestro estudio parecen ser procesadores activos que están "buscando significado" (Graesser, Singer y Trabasso, 1994), tratando de explicar por qué ocurren los eventos y fenómenos mencionados en el texto en primer lugar. Sin embargo, las extrapolaciones de nuestro estudio a entornos más naturalistas requerirían cierta prudencia. Se encontró que el hecho de hacer preguntas causales dependía en gran medida de los objetivos del lector, como se muestra claramente en el estudio previamente discutido de Graesser et al. (1993). Los objetivos de los estudiantes en muchas situaciones académicas pueden ser muy diferentes de los objetivos de los estudiantes en nuestro entorno experimental. Fomentar objetivos de aprendizaje de los estudiantes que produzcan más y mejores preguntas sigue siendo uno de los desafíos más importantes en el proceso de enseñanza.

Este resultado también tiene implicaciones claras en el diseño de textos científicos destinados a explicar fenómenos naturales en contextos escolares. Los estudiantes son

particularmente sensibles a las conexiones causales en este tipo de explicaciones. En consecuencia, quienes los escriben deben ser conscientes de la necesidad de incluir explicaciones causales de manera que los estudiantes puedan asimilarlas. Un modelo de relaciones causales como el propuesto por Einhorn y Hogarth (1986) puede ser útil para comprender las variables que influyen en la percepción de la fuerza causal por parte de los estudiantes y puede ayudar a identificar los factores que influyen en su dominio de una relación causal.

Nuestro estudio también generó algunos resultados negativos inesperados. No se encontraron grandes efectos para el nivel escolar o la tarea, tal como se definió en el experimento actual. Por lo tanto, ello sugiere que estas influencias pueden ser más complejas de lo que habíamos anticipado. Sólo se encontró un efecto claro para las tareas en el nivel de 3º BUP (equivalente a grado 11): un entorno de aula fomenta hacer más preguntas de calidad que en una situación extraacadémica, sobre todo si se espera ser examinado sobre el tema. Este resultado coincide con otros obtenidos al verificar el efecto del contexto en el control de la comprensión. Un contexto más formal promueve una mejor evaluación y regulación de la comprensión en textos científicos (García-Arista et al. 1996). Esto, a su vez, debería llevar a una proporción significativamente mayor de preguntas de razonamiento profundo formuladas en el ambiente de clase. Sin embargo, el efecto mencionado resultó ser poco fiable en nuestro estudio. De acuerdo con nuestras expectativas sobre el efecto de las demandas de evaluación, la condición de Examen también debería haber tenido un efecto positivo en la formulación de preguntas, en comparación con la condición Extra-académica. Sin embargo, esto no fue así en todos los niveles. la diferencia entre la proporción de DRQ en la condición de Examen y la condición Extra-académica ocurre en la dirección esperada únicamente los dos cursos de más edad, y además no alcanzó significación estadística. Esto podría deberse simplemente a un problema estadístico originado por el número relativamente pequeño de sujetos en las dos condiciones, especialmente en 3º BUP, donde hay mayor diferencia entre los valores de la proporción de DRQ. También podría haber otra explicación relacionada: la falta de diferencia podría haber sido originada por una manipulación débil de la demanda de la tarea. Es posible que los estudiantes no se hayan sentido obligados a regular su comprensión de manera diferente solo por encontrar las instrucciones en los cuadernillos proporcionados; es posible que ambas condiciones fueran igualmente exigentes. En futuros experimentos que examinen el efecto de los objetivos de los

estudiantes y la demanda de la tarea en la formulación de preguntas, se necesitará una manipulación más fuerte y convincente que la utilizada aquí.

Otras variables que interfieran podrían haber sido responsables del patrón de resultados complejo que refleja el efecto del nivel de grado. Por ejemplo, es bien sabido que la habilidad de control de la comprensión y la detección de anomalías, en particular, mejoran con el nivel (Otero y Campanario, 1990; Otero et al. 1992). Esto podría causar un aumento en las preguntas formuladas por los estudiantes mayores. Sin embargo, el conocimiento relevante de los lectores sobre la información en los párrafos también podría aumentar, lo que haría que los párrafos fueran más comprensibles. En tales situaciones, de acuerdo con una hipótesis de "déficit de conocimiento" (Otero y Graesser, 2001), esto llevaría a que los estudiantes mayores y más conocedores formulen menos preguntas. Por lo tanto, estudiar la variación en la formulación de preguntas según el nivel podría requerir controlar posibles factores de interferencia como estos. Un análisis adecuado de esta relación sigue siendo un tema interesante que requiere diseños experimentales más complejos que el establecido en el estudio actual.

Finalmente podemos señalar que una utilidad del análisis de las preguntas es que implican presuposiciones, y constituyen por tanto, una "ventana a la mente" tal como señala Van der Meij (1994). Las preguntas realizadas por los estudiantes proporcionan una forma de acceder a sus criterios de inteligibilidad o "ideales de orden natural" (Toulmin, 1963) es decir aquellas ideas que para los sujetos son inteligibles en sí mismas y que desencadenarían la incomprensión, y en último término la pregunta, cuando fuesen violadas. Sería el caso de la disolución de gases en líquidos, que tanto sorprende al alumnado.

5.2. PARTE B. ¿Qué características tienen las buenas preguntas?

Esta segunda parte se centra en estudios relacionados con la calidad de las preguntas. La caracterización de la calidad de las preguntas tiene mucha importancia, porque, en palabras de Pedrosa de Jesus et al. (2003, p.1020) “no todas las preguntas tienen el mismo valor”. Se trata de avanzar en las características de lo que consideramos buenas preguntas, en caracterizar las preguntas de calidad, intentando contestar a estas preguntas:

¿Qué es una buena pregunta?

¿Cómo se define la calidad de una pregunta?

¿Podemos medir la calidad de una pregunta?

En esta segunda parte se recogen dos estudios que abordan la calidad de las preguntas.

En un primer estudio de carácter exploratorio, B.1, se analizan las puntuaciones de calidad de las preguntas obtenidas del profesorado en busca de posibles dimensiones o componentes de la misma.

En el segundo estudio, B.2 se analiza en detalle una posible dimensión de la calidad de las preguntas: la generalidad, a partir del análisis de las preguntas que hace el alumnado sobre objetos de los que tiene más conocimiento y sobre aquellos que conoce menos.

Este estudio B.2 incluye contenidos de un artículo cuyos autores son José Otero Gutiérrez, del departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Alcalá de Henares y Juan Ramón Gallástegui Otero, del departamento de Didácticas Aplicadas de la Universidad de Santiago de Compostela, titulado “Knowledge gaps on objects about which little is known: Lack of knowledge leads to questioning on basic levels of an ontological branch”, publicado en la revista *Learning and Individual Differences*, Vol. 45 (2016) pp. 193-198., de la editorial Elsevier, y con ISSN: 1041-6080.

5.2.1 Estudio exploratorio B1. ¿Podemos evaluar la calidad de las preguntas del alumnado?

5.2.1.1 Introducción

En este primer estudio, de carácter exploratorio, sobre la calidad de las preguntas se pretende obtener datos empíricos que proporcionen información sobre la calidad de las preguntas y sus posibles componentes o dimensiones.

Se realizó una primera prueba piloto en que se pidió a un grupo de 12 docentes del área de ciencias que puntuasen la calidad de 16 preguntas. Las preguntas se seleccionaron de fuentes diversas: preguntas hechas por el alumnado en el estudio A3 descrito anteriormente, preguntas que figuran en textos escolares o preguntas de libros de divulgación científica. Las puntuaciones medias de la calidad de las preguntas se recogen en la Tabla 18.

A partir de los resultados del estudio piloto comprobamos que los jueces no rechazaron la idea de calificar la calidad de estas preguntas, que las preguntas se diferencian bastante en sus puntuaciones medias, que las preguntas causales se puntúan alto y dentro de éstas hay un grupo de preguntas como *¿Por qué se produce el rocío?* *¿Por qué la arena mojada es más oscura que la seca?* o *¿Por qué las olas se mueven hacia la playa?* con puntuaciones especialmente altas.

El hecho de que las preguntas causales tengan puntuación alta es esperable. Estas preguntas causales figuraban como preguntas de razonamiento profundo en la categorización de Graesser et al. (1992) utilizada en los estudios presentados anteriormente.

Las otras preguntas de puntuaciones más altas parece que surgen cuando nos enfrentamos a un fenómeno que parece contradecir nuestras expectativas: La arena mojada y la arena seca debían tener el mismo color, entonces *¿Por qué la arena mojada es más oscura que la seca?*, las cosas se mueven en todas direcciones, entonces *¿Por qué las olas se mueven hacia la playa?*

Teniendo en cuenta estos resultados se diseñó la investigación que exponemos a continuación, partiendo de unas presuposiciones sobre la calidad de las preguntas:

Por un lado, que es posible asignar una puntuación de calidad a las preguntas con independencia del contexto en que se hagan, y por otro que la calidad de las preguntas tiene unas dimensiones o componentes.

El objetivo es identificar los componentes de la calidad de las preguntas.

De forma tentativa, se pensó que uno de estos componentes de la calidad puede ser el tipo de obstáculos que los estudiantes se encuentran a la hora de construir un modelo de la situación, y que Ishiva et al. (2008) identifican en tres clases, según se refieran al conocimiento de las entidades, a la explicación de las entidades o a las consecuencias de las entidades.

Tabla 18. Puntuaciones de calidad de las preguntas del estudio piloto

Pregunta	Puntuación media
¿Por qué se produce el rocío?	7,92
¿Por qué la arena mojada es más oscura que la seca?	7,75
¿Por qué las olas se mueven hacia la playa?	7,5
¿Por qué hace frío en la montaña?	7,42
¿Por qué las nubes son blancas?	7,25
¿Por qué un sólido puede mantenerse en equilibrio dentro del agua, es decir, ni muy hundido ni flotando, sino en medio?	7,17
¿Por qué el mar es salado?	7,17
¿Por qué cuando hay un proceso de contaminación los peces mueren asfixiados?	7,08
¿Por qué disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a causa de algunos procesos contaminantes?	7
¿Por qué ni los peces ni nosotros somos capaces de romper la molécula de agua?	6,25
¿De qué están formadas las nubes?	6,08
¿Por qué el hidrógeno está del lado de los metales si es un no metal?	5,75
¿Por qué la fuerza centrípeta no realiza trabajo?	5,25
Tengo un balde de agua de 800 litros que tiene la temperatura de 300°F y otro balde de 300 litros de agua a una temperatura de 40°F. ¿cuál es la temperatura promedio al combinar los baldes?	3,42
¿Cuándo se presenta una temperatura de llama adiabática más alta: cuando se quema un combustible con aire o con oxígeno?	3,27
¿Qué son los símbolos de Lewis?	3,25

Fuente: elaboración propia

Otros componentes de la calidad que se consideró que pueden caracterizar la calidad de las preguntas son los relacionados con la proximidad o lejanía de los fenómenos, con un mayor o menor nivel de concreción, si se refiere a objetos o a procesos o si la pregunta se refiere a la violación de alguna expectativa evidente

5.2.1.2 Método

Se elaboró una colección de 30 preguntas que se diferencian en los 7 componentes citados más arriba, y que se recogen a continuación. Los tres primeros componentes son los que corresponden a las categorías de la taxonomía de Ishiwa et al. (2008):

- Preguntas sobre conocimiento de las entidades y sus características
- Preguntas de explicación de las entidades.
- Preguntas sobre consecuencias de las entidades.
- Referidas a objetos o a procesos
- Proximidad o lejanía (dos niveles)
- Concreción : dos niveles: concreto - no concreto
- Violación de expectativas evidentes

Se le pidió a un grupo de profesores que puntuasen la calidad de las 30 preguntas en una escala de 0 a 10, y que indicasen las razones para la puntuación que daban.

Las preguntas utilizadas figuran en la Tabla 19

Participantes.

Participaron 14 docentes de secundaria, de física y química, con amplia experiencia.

Materiales:

Cada participante recibió un cuadernillo con 30 preguntas, una hoja de instrucciones y una carta de presentación.

Para cada pregunta los participantes debían:

- Puntuar la calidad de la pregunta de 0 a 10
- Indicar las razones de la puntuación
- Señalar si conocen o no la respuesta a la pregunta,

marcando alguna de las casillas: seguro desconozco/ creo desconozco/ indecisa(o)/ creo conozco/seguro conozco

Tabla 19. Preguntas utilizadas en el estudio

1. ¿A qué temperatura se encuentran las nubes?
2. ¿Cómo se pueden pegar tantas veces las notas de “quita y pon”?
3. ¿Qué es el rocío?
4. ¿Cómo se fabrica el vinagre?
5. ¿Qué sustancias hay en la cola de los cometas?
6. ¿Cómo sabemos a que distancia está un agujero negro?
7. ¿Qué es una aurora boreal?
8. ¿Cómo se conocen las propiedades de las partículas subatómicas?
9. ¿Por qué la nieve es blanca?
10. ¿Por qué las olas se mueven hacia la playa ?
11. ¿Por qué el oro y la plata valen tanto?
12. ¿Por qué es difícil predecir el tiempo que va a hacer?
13. ¿Por qué el arsénico es tan mortífero?
14. ¿Por qué el sodio reacciona tan violentamente con el agua?
15. ¿Por qué son peligrosos los metales pesados?
16. ¿Por qué se producen las glaciaciones?
17. Si aumenta la temperatura del agua, ¿los objetos flotarían igual?
18. ¿Qué pasaría si la Tierra dejase de girar?
19. ¿Desaparecerían las mareas si la Tierra dejase de girar?
20. ¿Qué pasaría si la Tierra fuese de diferente tamaño?
21. Si el neutrino tuviese más masa, ¿sería más fácil de detectar?
22. Si Júpiter girase más rápido, ¿afectaría a sus anillos?
23. Si no existiesen cargas eléctricas, ¿qué pasaría?
24. ¿Qué pasaría si se descubre un nuevo elemento de la Tabla periódica?
25. ¿Por qué las chispas de las bengalas no queman?
26. ¿Por qué en verano graniza pero no nieva?
27. ¿Por qué los pájaros no se electrocutan en los cables de la luz?
28. ¿Cómo es que el oxígeno hace que las cosas ardan y el agua, que tiene oxígeno, apaga el fuego?
29. ¿Por qué la fuerza centrípeta no realiza trabajo?
30. ¿Qué son los símbolos de Lewis?

Fuente: elaboración propia

5.2.1.3 Resultados

La pregunta con mayor puntuación media fue:

- “Si aumenta la temperatura del agua, ¿los objetos flotarían igual?”, con 7,87

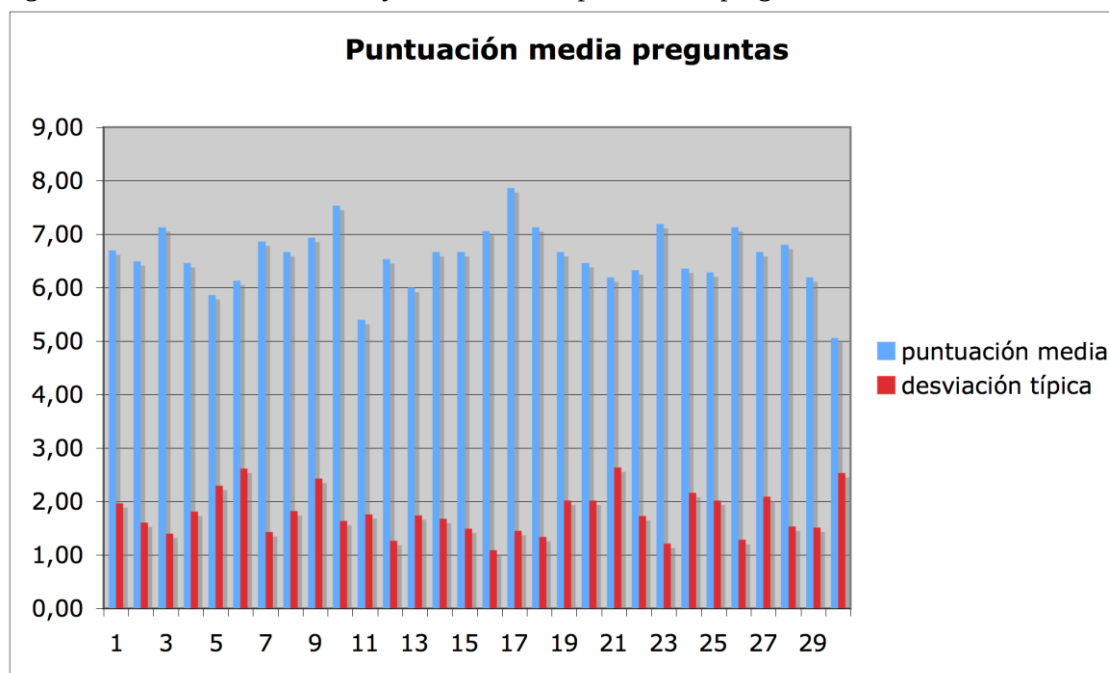
La pregunta con menor puntuación fue:

- “¿Qué son los símbolos de Lewis?” con 5,07



En la Figura 10 se muestran las puntuaciones medias y las desviaciones típicas de las preguntas.

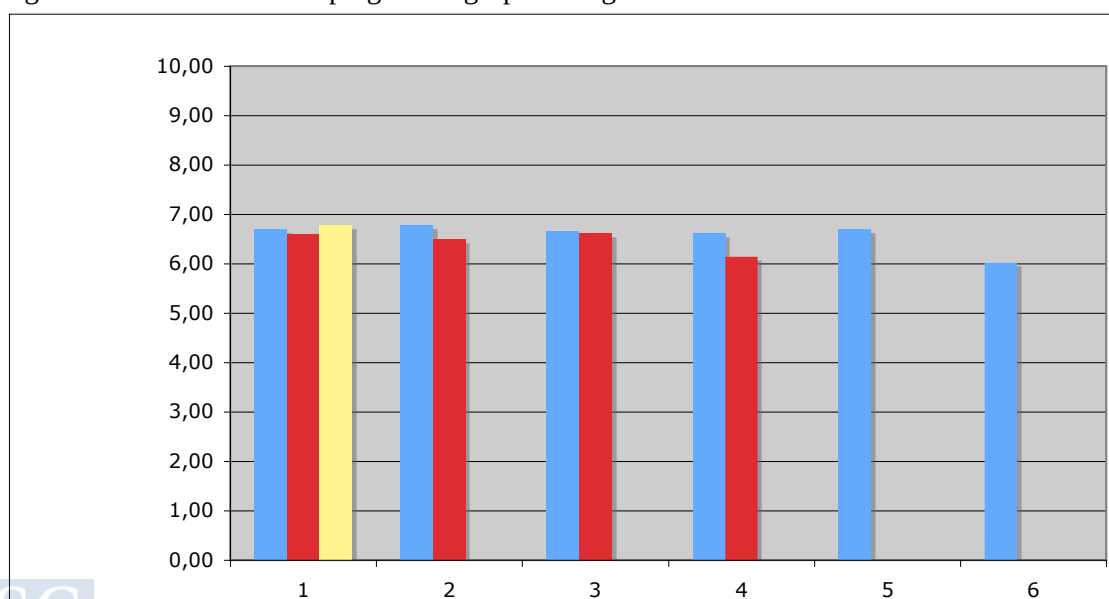
Figura 10. Puntuaciones medias y desviaciones típicas de las preguntas



Fuente: elaboración propia

En la Figura 11 se muestran las puntuaciones de las preguntas agrupadas por las dimensiones en que diferían. Las del grupo 1 corresponden a las categorías de Ishiva et al. (2008), las del grupo 2 a la dimensión proximidad – lejanía, las del grupo 3 a la dimensión concreta – no concreta, el grupo 4 corresponde a objetos – procesos, el grupo 5 a la violación de expectativas evidentes y el grupo 6 al resto.

Fig. 11 Puntuaciones de las preguntas agrupadas según las dimensiones

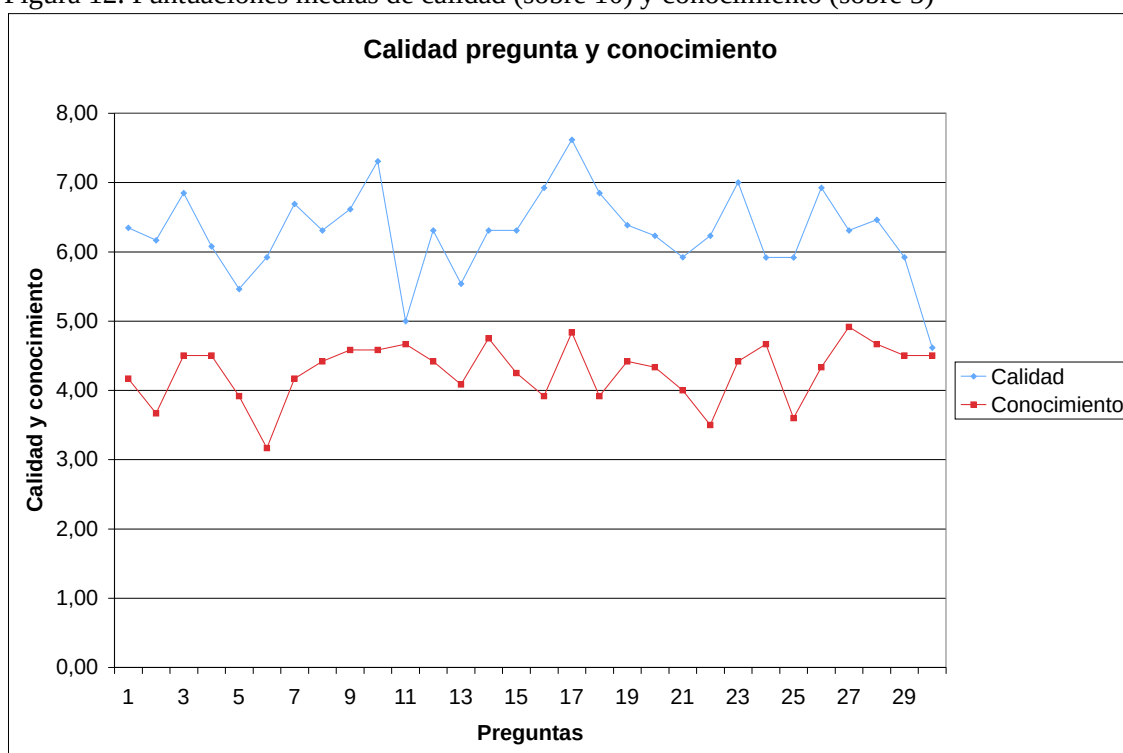


Fuente: elaboración propia

En la Figura 12 se reflejan la puntuación media y el conocimiento que el profesorado declaró tener sobre la respuesta a las preguntas. Este conocimiento se puntuó entre 1 para quienes marcaron la casilla “seguro que desconozco” y 5 para quienes marcaron “seguro que conozco”.

El profesorado conocía la respuesta a todas las preguntas con mayor o menor grado de seguridad. En cuanto a la relación del conocimiento con la puntuación de calidad de la pregunta, la correlación obtenida es de 0,16

Figura 12. Puntuaciones medias de calidad (sobre 10) y conocimiento (sobre 5)



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, las distintas dimensiones o componentes de la calidad apenas tienen efecto, o al menos el efecto no es apreciable en las condiciones de nuestro estudio.

En cuanto a las razones que dan los jueces en las puntuaciones, dos jueces usaron criterios fijos (dimensiones) para puntuar la calidad de las preguntas: uno de ellos lo hizo explícitamente al principio y otro los fue aplicando en la puntuación.

El resto de los jueces usaba varios criterios en la puntuación, no siempre los mismos e incluso no siempre en el mismo sentido. Un criterio usado muy frecuentemente es la relación con el currículum y con contenidos escolares.

También fue señalado frecuentemente el hecho de permitir explicar cosas a partir de la pregunta.

Consideradas globalmente las razones manifestadas por los jueces muestran una gran heterogeneidad.

5.2.1.4 Discusión

A la vista de los resultados, todos ellos son negativos. Estamos ante un caso de “no efectos”. No encontramos diferencias en las puntuaciones de calidad de ninguna de las dimensiones que habíamos previsto y tampoco encontramos relación alguna entre el conocimiento de los jueces y sus puntuaciones de calidad. El análisis de las razones que da el profesorado participante tampoco arroja mucha luz sobre posibles dimensiones o componentes de la calidad.

Estos resultados obtenidos no nos permiten identificar tantos componentes de calidad como los propuestos, y ello nos lleva a que el siguiente paso en la investigación se centre en estudiar en detalle un único componente de calidad, como se describe en el estudio B.2, recogido a continuación.

5.2.2 Estudio B.2 Carencias de conocimiento sobre objetos de los que se sabe poco: la falta de conocimiento conduce a hacer preguntas en niveles básicos de una rama ontológica

Como se ha señalado al comienzo del apartado 5.2, este estudio incluye contenidos de una publicación cuyos autores son José Otero Gutiérrez y Juan Ramón Gallástegui Otero, titulado “Knowledge gaps on objects about which little is known: Lack of knowledge leads to questioning on basic levels of an ontological branch”, publicado en la revista *Learning and Individual Differences*, Vol. 45 (2016) pp. 193-198., de la editorial Elsevier, y con ISSN: 1041-6080.

5.2.2.1 Introducción

Este estudio tuvo como objetivo examinar el papel del conocimiento en la identificación de anomalías y en la formulación de preguntas, especialmente sobre objetos de los que se sabe poco. Este papel del conocimiento se ha considerado como un papel activo en situaciones analizadas tradicionalmente en términos de una hipótesis de conflicto de conocimiento o, alternativamente, como un papel pasivo según una hipótesis de déficit de conocimiento. La interpretación presentada en este estudio sostiene un papel activo para el conocimiento, específicamente aquel conocimiento sobre las categorías superiores de un objeto objetivo, también en esa última situación. Para examinar esta hipótesis, se evaluó el conocimiento de estudiantes de primero de ESO en relación con una muestra de objetos, unos familiares y otros desconocidos, incluidos en su plan de estudios de ciencias. Luego se les pidió que hicieran explícito lo que no sabían sobre los objetos formulando preguntas al respecto. Se evaluó la generalidad de las preguntas formuladas en función de si podrían formularse de manera sensata sobre cualquier objeto en categorías por encima del objetivo o solo sobre la categoría objetivo. Se examinó la relación entre el conocimiento que tenían los estudiantes sobre los objetos y la generalidad de las preguntas formuladas. Los resultados mostraron que los participantes formularon preguntas generales, es decir, preguntas que eran aplicables a categorías superiores, con más frecuencia en los objetos desconocidos que en los objetos familiares. Estos hallazgos sustentan y hacen más precisa una relación ya descrita en la literatura: las preguntas más globales están asociadas con menos conocimiento del que formula la pregunta. También contribuyen a una articulación de la noción de calidad de pregunta, identificando una dimensión de la misma: la generalidad de la pregunta, identificada en

términos del nivel ontológico de la categoría sobre la que puede formularse sensatamente. Esta generalidad de las preguntas sobre una entidad cuando puede existir un conocimiento sustancial sobre ella es indicativa de falta de conocimiento.

Ser consciente de lo que uno no sabe o no entiende, o saber cuándo no se ha alcanzado un cierto nivel de aprendizaje se considera fundamental en el aprendizaje autorregulado (Hacker et al. 1998; Schunk y Zimmerman, 2003) o en enfoques de aprendizaje basados en problemas donde se anima a los estudiantes a plantear sus propios problemas (Chin y Kayalvizhi, 2002; Gallas, 1995). Ser consciente de lo que se desconoce o de la falta de comprensión también resulta fundamental para una actividad tan relevante educativamente como la formulación de preguntas. Como se ha señalado anteriormente, la generación de preguntas de búsqueda información es un proceso que implica las etapas de detección de anomalías, articulación de preguntas y edición social (Graesser y McMahan, 1993). La detección de "anomalías, obstáculos, vacíos o inconsistencias" (Graesser y McMahan, 1993) lleva a hacer preguntas, aunque los procesos particulares involucrados en detectar cada una de estas dificultades pueden ser diferentes y no siempre sencillas (Otero, 2009).

Distintas variables pueden actuar en la primera etapa de detección de anomalías, y pueden por lo tanto influir en los tipos de preguntas formuladas sobre un estímulo dado (Otero, 2009). En estudios de formulación de preguntas como los que se describen a continuación, el conocimiento del área correspondiente es una de las variables que se ha encontrado que influye en la detección de anomalías y en los tipos de preguntas formuladas. Este hallazgo concuerda con una suposición compartida por varios estudios sobre los procesos individuales y sociales involucrados en la producción de ignorancia: la ignorancia consciente se produce en función de lo que ya saben los sujetos (Gross, 2007; Otero e Ishiwa, 2014; Stocking y Hollstein, 1993).

Este estudio examina el papel del conocimiento en la detección de anomalías cuando este conocimiento es escaso. En particular, examinamos la detección de un tipo de anomalía, las carencias de conocimiento sobre objetos, por parte de estudiantes de 1º de ESO que sabían poco sobre estos objetos.

Dos hipótesis sobre el conocimiento y la formulación de preguntas

El papel del conocimiento en la detección de anomalías y en la formulación de preguntas puede analizarse en términos de una hipótesis de *choque de conocimiento* y de una hipótesis de *déficit de conocimiento* (Otero y Graesser, 2001). La primera se aplica en situaciones donde existe una inconsistencia entre la información recibida y el

conocimiento de quien pregunta. Por ejemplo, una inconsistencia es la causa de la siguiente pregunta formulada por un estudiante después de leer un texto que describía el color blanco de las nubes: "Cuando llueve, la luz incide en las gotas de agua y se forma un arco iris. ¿Por qué las nubes son blancas y un arco iris es de colores?" (Otero y Graesser, 2001, p. 149). La anomalía que activa la pregunta se explica por la colisión entre el conocimiento del estudiante sobre los arcoíris y la información en el texto sobre el efecto de la luz incidente en las gotas de agua que componen las nubes. Según esta hipótesis, más conocimiento proporcionaría más oportunidades para detectar información inconsistente con el conocimiento de quien pregunta. Esto llevaría a preguntas sobre anomalías que una persona con menos información no formularía.

Varios estudios han encontrado tal efecto positivo del conocimiento en la formulación de preguntas. Scardamalia y Bereiter (1992) encontraron que los niños que no estaban familiarizados con un tema, como los combustibles fósiles, producían una mayoría de preguntas que involucraban lagunas en el conocimiento básico. Sin embargo, el reconocimiento de estas carencias en el conocimiento básico era menos frecuente cuando los niños preguntaban sobre especies en peligro de extinción, un tema más familiar. En esta última situación, los niños eran conscientes de anomalías más elaboradas expresadas por preguntas de naturaleza desafiante que reflejaban especulación basada en el conocimiento. Los estudios sobre dispositivos defectuosos de Graesser y Olde (2003) y Graesser et al. (2005) también ilustran cómo el conocimiento afecta el reconocimiento de anomalías. A los participantes en estos estudios se les indicó que formularan preguntas para identificar los componentes responsables de los fallos en dispositivos tales como cerraduras cilíndricas. Los resultados mostraron que el conocimiento técnico permitía a los estudiantes formular preguntas detalladas y elaboradas, enfocándose en aquellas partes propensas a tener fallos. Vaz et al. (2014) analizaron la relación entre el conocimiento y las preguntas formuladas por estudiantes de séptimo y duodécimo grado sobre una muestra de objetos sobre los que tenían diferencias significativas en conocimiento. Entre otros hallazgos, el estudio mostró que los estudiantes mayores, con más conocimientos, formulaban preguntas significativamente más elaboradas que los estudiantes más jóvenes y menos informados. Logtenberg et al. (2011) encontraron en estudiantes de secundaria un efecto positivo del conocimiento de historia en el número de preguntas formuladas sobre textos históricos. El efecto del conocimiento se examinó solo en relación con el número de preguntas formuladas y no con su tipo. Sin embargo, los autores sugieren que el aumento en la formulación de preguntas podría deberse a una

comparación de la información del texto con un conocimiento conceptual más extenso y con conocimientos que involucran metaconceptos de la historia, como causa, efecto, cambio y continuidad. Si este fuera el caso, todas estas comparaciones conducirían a preguntas que los estudiantes con menos conocimientos no formularían.

Sin embargo, las preguntas también pueden formularse sin que quien pregunta tenga conocimiento que sea inconsistente con la información proporcionada. Por ejemplo, al solicitársele que indique lo que le gustaría saber sobre la córnea, un estudiante que participaba en nuestro estudio preguntó: "¿Qué problemas pueden ocurrir en la córnea?" Aquí no existe un choque de conocimiento aparente, y la formulación de preguntas se explicaría más bien por la hipótesis de déficit de conocimiento (Otero y Graesser, 2001). Las carencias de conocimiento, como no saber qué tipo de enfermedades están asociadas con la córnea, serían anomalías evidentes y, por lo tanto, activarían la formulación de preguntas. Por lo tanto, según esta hipótesis, cuanto menos se sepa, mayor será la probabilidad de hacer una pregunta debido a que las carencias de conocimiento serían más frecuentes. Se produce una situación desconcertante a partir de la aceptación de las dos hipótesis: el conocimiento existente desempeña un papel positivo y activo en la formulación de preguntas según la hipótesis de choque de conocimiento, pero su ausencia también desempeña un papel positivo según la hipótesis de déficit de conocimiento. Este estudio analiza una situación de este último tipo, sosteniendo un papel activo para el conocimiento incluso cuando es escaso.

El hacer preguntas y el desconocimiento sobre un objeto cuando se sabe poco sobre él

Los estudios mencionados anteriormente sobre el efecto del conocimiento en la formulación de preguntas también ofrecen una visión sobre el efecto de la falta de conocimiento en el tipo de preguntas formuladas. Varios de estos estudios comparten el hallazgo de que menos conocimiento está asociado con preguntas más generales, poco específicas o imprecisas. Estas son preguntas que se pueden hacer sobre una amplia gama de entidades y no solo sobre el objeto o proceso en consideración. En el estudio de Scardamalia y Bereiter (1992), por ejemplo, más de la mitad de las preguntas formuladas por los estudiantes en la condición de bajo conocimiento eran preguntas de "información básica", como "¿Qué son los combustibles fósiles?" o "¿De qué están hechos los combustibles fósiles?". Además, en el estudio descrito anteriormente, Graesser y Olde (2003) encontraron que los participantes con bajo conocimiento técnico, en contraste con los estudiantes de alto conocimiento, formulaban preguntas difusas y superficiales, así

como preguntas sobre componentes que no explicarían el fallo. Vaz et al. (2014) también encontraron diferencias en la proporción de preguntas generales de "¿Qué es X?" formuladas según el conocimiento de quienes preguntaban. Las hicieron con más frecuencia los estudiantes más jóvenes y con menos conocimientos que los estudiantes mayores. Y dentro de cualquier nivel, se formularon con más frecuencia preguntas sobre los objetos menos conocidos de la muestra que sobre los objetos más conocidos.

Hay otros estudios sobre la generación de preguntas que convergen en estos hallazgos. Roth y Roychoudhry (1993) estudiaron la generación de preguntas que formulan estudiantes de ciencias de octavo grado y de undécimo grado en el contexto de un laboratorio en que se hacen actividades de indagación abiertas. Encontraron que los estudiantes que realizaban experimentos en un campo no familiar comenzaron haciendo preguntas poco enfocadas y sobre variables vagas y generales, como "tipo de plantas" y "cantidad de luz", que solo se medían cualitativamente. A lo largo del proyecto, las preguntas se volvieron más enfocadas abarcando variables más específicas. Van der Meij (1990) comparó la formulación de preguntas sobre palabras desconocidas, como "tardío" (tardy), por estudiantes de quinto grado, unos con menor conocimiento y otros con mayor conocimiento. Encontró que los estudiantes con menor conocimiento formulaban preguntas más globales, es decir, aquellas que reflejaban "una búsqueda de información de algún modo no específico sobre una palabra objetivo (p. 506)", en comparación con los estudiantes de mayor conocimiento. En resumen, todos los resultados anteriores sugieren una relación inversa entre el conocimiento asociado a un objeto y la generalidad de las carencias de conocimiento que activan preguntas sobre este objeto: cuanto menor sea el conocimiento, más frecuentes serán las carencias de conocimiento generales expresadas en preguntas globales, difusas o poco enfocadas.

La generalidad de las carencias de conocimiento y las preguntas correspondientes pueden hacerse más precisas a través de la noción de "aplicabilidad" de una pregunta a ciertas categorías. Un estudiante al que se le pida que explique lo que no sabe sobre un frigorífico puede formular una pregunta como: "¿Cuál es su consumo eléctrico?" Esto implica saber que un frigorífico es un dispositivo que utiliza energía eléctrica. Cuando se le pide que explique lo que no sabe sobre un dispositivo desconocido, X, se esperarían preguntas más generales. En esta situación, preguntas como "¿Cuándo se inventó X?" o "¿Para qué sirve X?" podrían ser posibles, basadas en el conocimiento de que los dispositivos son artefactos y, por lo tanto, hechos por el ser humano, y que se construyen para cumplir una función específica. De hecho, tales preguntas se pueden hacer sobre

todo tipo de dispositivos, ya sea un LED, un paraguas o un dispositivo desconocido X. Si un estudiante carece de conocimiento sobre los requisitos de energía de X, una pregunta más precisa como "¿Cuál es el consumo eléctrico de X?" no sería una pregunta sensata para hacer en este caso, porque no hay conocimiento que respalde la suposición de que X funciona con electricidad.

Por lo tanto, parece que menos conocimiento está asociado con preguntas que pueden ser preguntadas sensatamente sobre categorías más generales. Esta hipótesis sobre tal relación puede hacerse más precisa usando las nociones de "predicabilidad" (predicability) e "inclusión" (spanning) que fueron analizadas por Keil (1979, pp.10-18) en relación con la organización del conocimiento ontológico. La predicabilidad se basa en la noción de que los predicados no pueden asociarse de manera sensata con cualquier término: "[Un] predicado abarca un término si y solo si esa combinación predicado-término tiene sentido y se puede asignar un valor de verdad, que puede ser verdadero o falso (p.11)". Por ejemplo, "azul" se puede predicar de "banana" aunque pueda ser falso. Sin embargo, no se puede predicar de manera sensata de "intuición" porque es imposible asignar un valor de verdad a la proposición "La intuición es azul". Por lo tanto, "azul" abarca el término "banana", pero no abarca "intuición".

Más importante aún para nuestros propósitos, la inclusión está asociada a las relaciones jerárquicas existentes entre categorías (Keil, 1979; Sommers, 1965). Si el término a pertenece a una categoría A ("Dispositivo", por ejemplo), y el término b pertenece a la categoría B subordinada a A ("Batería", por ejemplo), los predicados que abarcan A son un subconjunto de los predicados que abarcan B. Es decir, hay predicados como "recargable" que abarcan "batería" pero que no abarcan otros términos pertenecientes a la categoría "dispositivo" como "polea" (porque una polea no realiza funciones que involucren carga eléctrica).

Estas nociones de predicabilidad e inclusión inspiran el uso de la aplicabilidad de una pregunta para evaluar su generalidad. La generalidad de una pregunta se puede evaluar considerando el nivel ontológico de la categoría a la que la pregunta se puede hacer de manera sensata. Tómese una base de datos léxica como Wordnet (Fellbaum, 1998), que proporciona una jerarquía ontológica de entidades lexicalizadas. "Batería", por ejemplo, tiene como hiperónimos de generalidad creciente, "dispositivo eléctrico", "dispositivo", "instrumentación", "artefacto", "totalidad", "objeto", "entidad física" y "entidad". Una pregunta como "¿Cómo transforma una batería la energía química en energía eléctrica?" se puede hacer de manera sensata sobre las baterías, pero no sobre

todos los tipos de dispositivos eléctricos. Por ejemplo, una antena es un dispositivo eléctrico, pero no transforma la energía química en energía eléctrica. Por lo tanto, esta pregunta, cuando se hace sobre una batería, correspondería al nivel de generalidad más bajo (es decir, el más concreto). Sin embargo, si se considera la pregunta "¿Cuál es la batería más grande?" Se puede hacer de manera sensata no solo sobre las baterías, sino sobre cualquier dispositivo eléctrico o, de hecho, sobre cualquier objeto, una categoría ubicada en el sexto nivel en la rama taxonómica de Wordnet de "batería". Por lo tanto, se considera una pregunta más general.

Según la exposición anterior, probamos la hipótesis de que el conocimiento de quien hace una pregunta sobre un objeto debería correlacionar negativamente con la generalidad de las preguntas formuladas sobre este objeto. Si hubiera tal correlación, sugeriría que el conocimiento sobre categorías superiores se utiliza cuando se sabe poco sobre un objeto objetivo.

Para examinar esta hipótesis, evaluamos a estudiantes de 1º de ESO sobre el conocimiento que tenían acerca de una muestra de objetos incluidos en su plan de estudios de ciencias. Algunos de los objetos (familiares) eran mejor conocidos por los estudiantes que otros (desconocidos). Después pedimos a los estudiantes que explicaran lo que no sabían acerca de los objetos formulando preguntas sobre ellos. La generalidad de las preguntas formuladas se evaluó según el esquema recién descrito, utilizando una escala dicotómica: se consideró que una pregunta era general cuando se podía hacer de manera sensata sobre cualquier objeto en categorías por encima del objeto correspondiente. De lo contrario, se consideró específica. Finalmente, examinamos la relación entre el conocimiento que un estudiante tenía sobre los objetos y la puntuación de generalidad de las preguntas formuladas por este estudiante.

5.2.2.2 Método

5.2.2.2.1. Participantes

Veintiocho estudiantes (13 chicas y 15 chicos) de una clase de primero de ESO, y 24 (12 chicas y 12 chicos) de otra clase del mismo instituto de Santiago de Compostela, participaron en el experimento. En total, eran 52 estudiantes con una edad promedio de 13,1 años. Estaban cursando la materia de Ciencias de la Naturaleza, un curso general de ciencias que incluía contenidos de física, química, biología y geología. En la escuela primaria, todos los estudiantes habían tenido una introducción a la ciencia integrada con temas sociales y culturales.

El nivel socioeconómico del alumnado puede considerarse como medio-alto. El alumnado proviene mayoritariamente de un entorno urbano. La prueba se realizó durante el curso académico 2013/2014.

5.2.2.2.2 Materiales

Se seleccionaron cuatro pares de objetos objetivo, dos pares de objetos naturales y dos pares de artefactos, entre aquellos que aparecen en el plan de estudios de ciencias de nivel primario o secundario. La selección se realizó según los siguientes dos criterios. Primero, los objetos de un par deberían pertenecer a la misma rama de un árbol ontológico, según se encuentra en la base de datos léxica Wordnet. Por ejemplo, "Batería" y "Condensador" comparten las mismas categorías de nivel superior en el árbol ontológico. En segundo lugar, el conocimiento de los estudiantes sobre los miembros de cada par debería ser diferente, de acuerdo con los criterios de la profesora (una suposición que se verificó experimentalmente más adelante). Por ejemplo, "Batería" y "Condensador" pertenecen a la categoría de nivel superior "Dispositivo eléctrico" en el árbol ontológico de Wordnet, y se esperaba que el primero fuese más conocido por los participantes que el segundo. De acuerdo con estos requisitos, se seleccionaron los cuatro pares de objetos, dos pares de artefactos y dos pares de objetos naturales, pertenecientes a las cuatro categorías de Wordnet: "Parte de planta", "Tejido animal", "Vehículo" y "Dispositivo eléctrico" que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Objetos familiares y no familiares y categorías de base

		Categorías de base			
		Parte de una planta	Tejido animal	Vehículo	Dispositivo eléctrico
Objeto Objetivo	Familiar	Hoja	Córnea	Bicicleta	Batería
	No familiar	Micelio	Meninge	Misil	Condensador

Fuente: elaboración propia

5.2.2.2.3. Procedimiento

En una primera etapa se evaluó el conocimiento del alumnado participante sobre los objetos seleccionados mediante una prueba de respuesta abierta. La prueba se llevó a cabo por la profesora habitual en una clase normal, utilizando los materiales experimentales diseñados al efecto. La actividad se presentó como relacionada con la

preparación de una enciclopedia de ciencia y tecnología por un equipo de profesores. Se les pidió a los estudiantes que ayudaran a identificar lo que debería incluirse en la enciclopedia destinada al público en general, siguiendo un procedimiento similar al utilizado en investigaciones anteriores sobre desconocimiento (Vaz et al., 2014; Otero et al., 2014). Se les pidió a los estudiantes que indicaran lo que sabían sobre 8 objetos naturales y artefactos con las siguientes instrucciones: "Os pedimos que nos ayudéis a identificar qué podemos escribir sobre 8 palabras que se van a incluir en la enciclopedia. Estas palabras figuran a continuación. Os pedimos que escribáis lo más importante que sepáis sobre estas palabras". Se entregó a los estudiantes un cuadernillo de 3 páginas que contenía las instrucciones en la parte superior de la primera página. La primera palabra objetivo se presentó inmediatamente debajo, con 6 líneas en blanco para que los estudiantes pudieran escribir sus respuestas. Las siguientes palabras y líneas en blanco figuraban a continuación, en varios órdenes de presentación diferentes que se distribuyeron de forma equilibrada en los cuadernillos. Los cuadernillos se entregaron al azar a los estudiantes, y la sesión de evaluación duró unos 30 minutos.

En una segunda etapa, aproximadamente dos semanas después, se les pidió a los estudiantes que hicieran explícito lo que no sabían acerca de los artefactos y objetos naturales objetivo. La misma profesora llevó a cabo esta actividad, también en un período de clase regular. Las instrucciones recordaron a los estudiantes la preparación de la enciclopedia de ciencia y tecnología e incluyeron las siguientes instrucciones: "En esta ocasión, os pedimos que indiquéis **lo que no sabéis** sobre 8 palabras que se incluirán en la enciclopedia, haciendo entre **1 y 3 preguntas** sobre cada una" (énfasis en el original).

Esta sesión duró aproximadamente 30 minutos. Al final de la clase, se informó a los estudiantes sobre el propósito del experimento y se les agradeció su participación.

5.2.2.2.4. Medidas

Para calificar las respuestas escritas de la prueba de conocimiento se preparó una rúbrica conjuntamente entre la profesora de los estudiantes involucrados en el experimento y los investigadores. Se elaboraron respuestas modelo para el conocimiento que los estudiantes deberían asociar con cada uno de los 8 objetos. Todas las respuestas modelo se organizaron en torno a cuatro ideas principales que un estudiante ideal debería incluir en su respuesta. La mención de cualquiera de estas cuatro ideas en la respuesta escrita recibió 0,2 puntos. Se otorgaron 0,2 puntos adicionales cuando los estudiantes agregaron alguna idea nueva y relevante, o cuando alguna de las 4 ideas se elaboró

especialmente bien. Por ejemplo, las cuatro ideas principales asociadas con "Batería" eran: 1) Es un dispositivo eléctrico, 2) Es una fuente de energía, 3) La energía química se convierte en energía eléctrica, 4) Tiene terminales positivos y negativos. Un estudiante que escribió "[Es un] Objeto que contiene energía, que usamos para proporcionar vida o energía a una cosa u objeto" recibió una puntuación de 0.2 porque solo mencionó la idea # 2. Otro estudiante escribió: "[Es] Un dispositivo eléctrico donde se almacena energía. Tiene un terminal positivo y un terminal negativo. Se puede usar con todo tipo de objetos, desde un reloj hasta un automóvil. Obviamente, el tamaño y la capacidad varían". La respuesta se puntuó con 0,8 porque el estudiante menciona las ideas #1, #2 y #4. Recibió 0,2 puntos adicionales porque agregó información sobre su uso en varios objetos y su variabilidad en tamaño y "capacidad". La puntuación máxima de conocimiento para cualquiera de los objetos fue, por lo tanto, 1,0. Se calculó la puntuación promedio para el conocimiento de objetos familiares y desconocidos.

En cuanto a las preguntas de los estudiantes, se categorizaron como se explicó anteriormente. Se utilizó una escala dicotómica (general o específica) para simplificar. Aunque se podría usar una escala ordinal con diferentes niveles ontológicos en la medida de la generalidad, esto complicaría esta aplicación inicial del esquema. Se consideró que una pregunta era general cuando se podía hacer de manera sensata sobre cualquier objeto perteneciente a la categoría inmediatamente superior a la categoría objetivo. Se consideró específica cuando se podía hacer de manera sensata sobre objetos pertenecientes a la categoría objetivo solamente. Por ejemplo, la pregunta "¿Cuándo se inventó?" se consideró general, porque se puede hacer de manera sensata sobre cualquier objeto perteneciente a la categoría "Vehículo", inmediatamente superior a "Bicicleta". Sin embargo, la pregunta "¿Cómo se transmite la energía a los pedales?" solo se puede hacer de manera sensata sobre bicicletas y no sobre un vehículo como un barco.

Hubo algunas preguntas anómalas que se categorizaron como "Otras". Estas incluyeron preguntas que involucraban presuposiciones equivocadas que se identificaron en las respuestas de la prueba de conocimiento. Un ejemplo fue creer que una meninge es "Un órgano del sistema respiratorio ubicado inmediatamente debajo de la garganta (Estudiante #C12)": "¿Es posible respirar sin él?". Otras preguntas incluidas en esta categoría fueron aquellas que no trataban sobre las características de los objetos, sino sobre su representación lingüística (por ejemplo, "¿Cuál es el origen del nombre [del objeto]?") y preguntas sintácticamente anómalas.

Por lo tanto, las preguntas de los estudiantes sobre cada objeto se categorizaron como General, Específica u Otra. Cuando el estudiante no formuló ninguna pregunta, se contó como un caso "Sin Pregunta" (SP). Se calculó una puntuación de Generalidad de las preguntas formuladas sobre objetos familiares (PGFam) y sobre objetos desconocidos (PGDes) para cada estudiante. Esto se hizo puntuando cada pregunta general como 1 y cada pregunta específica como 0, y calculando la media para cada participante (ignorando la categoría "Otras"). Estas puntuaciones podían oscilar desde un promedio de 1,0, cuando todas las preguntas formuladas que no caían en la categoría "Otras" eran generales, hasta un promedio de 0,0 cuando todas estas preguntas eran específicas.

5.2.2.3 Resultados

Seis estudiantes formularon preguntas absurdas, como "¿Existen bicicletas que alcancen la velocidad de la luz?", o hicieron preguntas sobre menos de tres objetos. Sus resultados fueron eliminados asumiendo una falta de disposición para cooperar en el estudio. Por lo tanto, la generación de preguntas se examinó en la muestra restante de 46 estudiantes. Para probar la fiabilidad, se categorizó una muestra de 74 preguntas (el 20 % del total) de manera independiente por los dos investigadores. El coeficiente Kappa de fiabilidad resultó ser 0,75, lo que representa un buen acuerdo entre los evaluadores. Las discrepancias encontradas se resolvieron mediante discusión.

Un estudiante que no asistió a la sesión de evaluación de conocimiento participó en la sesión de hacer preguntas. Por lo tanto, se calcularon puntuaciones promedio de conocimiento de una muestra de 45 estudiantes. Los dos investigadores calificaron de manera independiente la prueba de conocimiento según el esquema descrito anteriormente. El coeficiente de correlación intraclase se utilizó para calcular el acuerdo absoluto, dando un valor de 0,95, que se considera excelente.

5.2.2.3.1. Conocimiento

La diferencia en el conocimiento de los estudiantes acerca de los objetos familiares y los objetos no familiares fue como se esperaba. Un test t de muestras emparejadas mostró que la puntuación promedio de conocimiento para los objetos familiares (MFam = 0.43, SDFam = 0.12) fue significativamente más alta que la puntuación promedio de conocimiento para los objetos no familiares (MNof = 0.15, SDNof = 0.10; $t(44) = 13.274$, $p < 0.001$). Todas las diferencias entre las puntuaciones de conocimiento de los pares de objetos familiares y objetos no familiares fueron

positivas (Hoja—Micelio = 0.47; Córnea—Meninge = 0.24; Bicicleta—Misil = 0.35; Batería—Condensador = 0.14).

5.2.2.3.2. Formulación de preguntas

Los estudiantes hicieron un total de 305 preguntas sobre objetos familiares y 363 preguntas sobre objetos no familiares, lo que equivale a un promedio de $M = 14.52$ preguntas por estudiante ($SD = 5.48$; $RANGO = 3-24$). La Tabla 21 muestra el promedio del número de preguntas por estudiante de las tres categorías consideradas sobre los cuatro objetos familiares y los cuatro objetos no familiares.

El número medio de preguntas por estudiante realizadas sobre objetos familiares fue significativamente menor que el promedio del número de preguntas realizadas sobre objetos no familiares, de acuerdo con una prueba t de muestras emparejadas ($t(45) = -3.375$, $p = 0.002$).

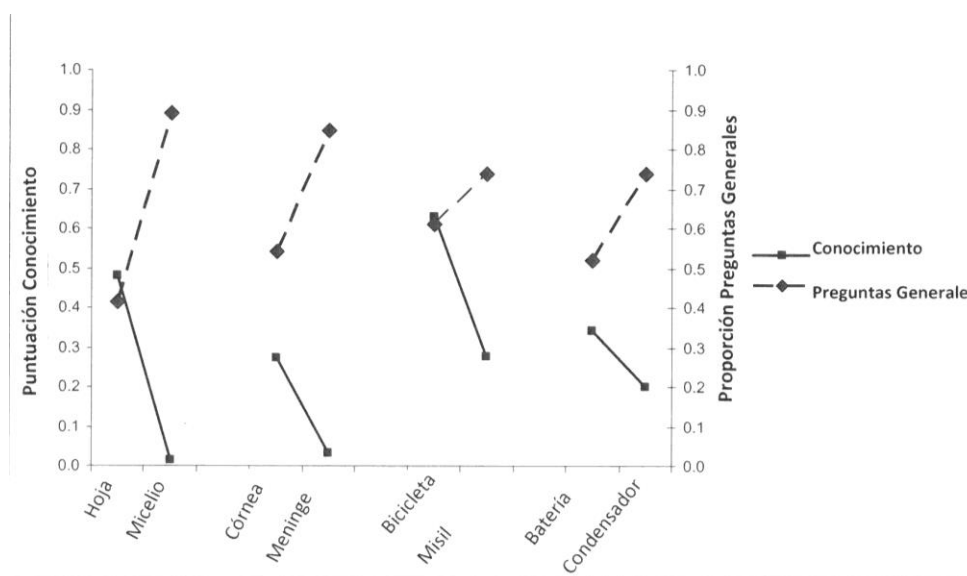
Para evaluar las diferencias en la generalidad de las preguntas, se asociaron dos puntuaciones de generalidad, GSFam y GSNof, a las preguntas realizadas por cada estudiante, como se explicó anteriormente. En la Figura 13 se muestran las proporciones de estudiantes que formulan una pregunta general sobre cada uno de los objetos, junto a las puntuaciones medias de conocimiento para dichos objetos. La puntuación media de generalidad de las preguntas realizadas sobre objetos no familiares ($GSNof = 0.88$, $SDNof = 0.15$) fue significativamente mayor que la puntuación correspondiente a los objetos familiares ($GSFam = 0.67$, $SDFam = 0.28$), según una prueba t de muestras emparejadas ($t(45) = -5.206$, $p < 0.001$).

Tabla 21 Número medio de preguntas de cada tipo dependiendo de la familiaridad (desviación estándar entre paréntesis)

		Tipo de pregunta			
		General	Específica	Otra	Total
Tipo de objeto	Familiar	4,54 (3,04)	2,02 (1,96)	0,07 (0,25)	6,63 (3,13)
	No familiar	6,89 (2,85)	0,76 (0,90)	0,24 (0,65)	7,89 (2,90)

Fuente: elaboración propia

Figura 13. Puntuaciones medias de conocimiento y proporción de preguntas generales



Fuente: elaboración propia

5.2.2.4 Discusión

Este estudio tuvo como objetivo examinar el papel del conocimiento en la identificación de anomalías y la formulación de preguntas sobre objetos sobre los cuales se sabe poco. La formulación de preguntas en esta situación ha sido tradicionalmente entendida en términos de una hipótesis de déficit de conocimiento, pasiva: las preguntas resultan de carencias de conocimiento manifiestas que deberían ser más numerosas cuanto menor sea el conocimiento de quien hace la pregunta. La interpretación presentada en este estudio asigna un papel activo al conocimiento sobre las categorías supraordenadas de un objeto objetivo en la construcción de estas carencias de conocimiento. La interpretación se basa en ver un efecto positivo del conocimiento en la generación de preguntas o, más básicamente, un efecto positivo del hecho de ser consciente de lo que se desconoce (Otero e Ishiwa, 2014). En una situación en la que el conocimiento sobre un objeto objetivo es escaso, los estudiantes formulan predominantemente preguntas que son aplicables a categorías generales y de nivel superior. Esto proporciona evidencia indirecta del uso activo del conocimiento, aunque sea conocimiento sobre categorías de nivel superior, en esta situación.

Los resultados del estudio también respaldan una relación ya descrita en la literatura: las preguntas más globales, no enfocadas o imprecisas están asociadas con un menor conocimiento del que hace la pregunta. El estudio proporciona una definición más precisa de preguntas globales, no enfocadas o imprecisas en términos de la noción de

aplicabilidad de una pregunta a diferentes niveles de una rama ontológica: las preguntas globales pueden entenderse como preguntas aplicables a categorías de nivel superior de un objeto objetivo.

La presente investigación no examinó directamente el papel preciso del conocimiento general en la detección de carencias y en la formulación de preguntas. Sin embargo, el estudio proporciona elementos que pueden utilizarse para análisis más precisos del papel del conocimiento en situaciones de déficit, basándose en un marco teórico como el utilizado por Collins et al. (1980) para explicar la formulación de preguntas sobre narrativas. Según este marco, las anomalías que desencadenan preguntas resultan de discrepancias entre la información del texto y los requisitos de los huecos en las estructuras de esquemas utilizadas en la comprensión. El funcionamiento de estas estructuras de esquemas ya no se considera un proceso puramente descendente en el que se utilizan estructuras rígidas para interpretar la entrada de texto. Mas bien, se considera como un proceso flexible de satisfacción de restricciones (Kintsch, 2005) en el que interactúan procesos ascendentes y descendentes. En circunstancias apropiadas, estos procesos podrían dar como resultado la identificación de anomalías, como el reconocimiento de información inconsistente en un texto (Otero y Kintsch, 1992). Un proceso similar para detectar carencias de conocimiento es concebible en la situación considerada en nuestro experimento. Aunque los participantes en nuestro estudio no generaron preguntas basadas en discrepancias con la información textual, las anomalías podrían resultar del intento de llenar los huecos en los esquemas sobre el objeto activados por los estudiantes. Un esquema correspondiente a "dispositivo" debería ser diferente de un esquema de "batería eléctrica", ya que un hueco relacionado con la energía eléctrica puede existir en esta última, mientras que estaría ausente en un esquema más general de "dispositivo". Por lo tanto, una carencia de conocimiento sobre la energía eléctrica puede identificarse sensatamente en una batería eléctrica, pero no en un dispositivo desconocido. Nuestros hallazgos con respecto a un mayor uso de preguntas generales sobre objetos desconocidos son consistentes con el uso de esquemas más generales y de niveles superiores en esta situación. El uso de estos esquemas conduce a la identificación de carencias de conocimiento que son comunes a una clase más amplia de objetos.

Un segundo objetivo de nuestro estudio fue examinar la relación entre el conocimiento sobre los objetos objetivo y el número de preguntas que se hacen. Los resultados muestran un mayor número de preguntas sobre objetos no familiares que sobre los familiares, aunque las preguntas sobre éstos últimos son menos generales, como se

muestra más arriba. La relación entre el número de preguntas y el conocimiento es compleja y no del todo consistente en los resultados anteriores. En un estudio clásico, Miyake y Norman (1979) encontraron una relación en forma de U invertida entre el número de preguntas formuladas y el nivel de conocimiento. Sin embargo, la mayoría de los estudios revisados por Van der Meij (1990) respaldaron una relación negativa lineal entre las dos variables: se formulan más preguntas cuando el nivel de conocimiento es más bajo, como en nuestro estudio. Esto contrasta con estudios como el de Logtenberg et al. (2011) mencionado anteriormente, que encontraron un efecto positivo del conocimiento sobre historia en la cantidad de preguntas formuladas sobre textos de historia. Otros estudios no lograron encontrar ninguna relación entre el conocimiento y el número de preguntas. En un experimento realizado en condiciones similares a las del presente estudio, Vaz et al. (2014) no pudieron encontrar diferencias en el conocimiento de los participantes sobre una muestra de objetos cuando el grupo se dividió según el número de preguntas formuladas sobre estos objetos. Además, Graesser y Olde (2003), en el estudio mencionado anteriormente, no encontraron una correlación significativa entre la cantidad de preguntas y las puntuaciones de comprensión de los dispositivos analizados en el estudio. En un estudio sobre la formulación de preguntas y la comprensión de las reglas de un juego de cartas, Fishbein et al. (1990) encontraron que el número de preguntas formuladas durante el período de instrucción verbal no se correlacionaba con la comprensión de las reglas. Sin embargo, esta comprensión se correlacionaba negativamente con el número de preguntas formuladas durante el período de juego.

En conjunto, los resultados anteriores sugieren que la relación entre la cantidad de preguntas y el conocimiento o la comprensión es compleja y probablemente esté mediada por variables, como el interés en la información objetivo, que deben controlarse cuidadosamente en experimentos futuros. El esquema utilizado en nuestro estudio implica una información objetivo relativamente precisa sobre la que se formulan preguntas. Por lo tanto, el esquema permite futuros análisis de la influencia de variables adicionales que pueden mediar la relación entre el conocimiento y la cantidad de preguntas.

Por lo que se refiere a nuestro interés en la calidad de las preguntas, los resultados del estudio contribuyen a la articulación de la noción de calidad de las mismas (Graesser y Person, 1994; Graesser et al. 2009). Esta calidad se ha evaluado en términos de dimensiones como el contenido de la información buscada o las operaciones cognitivas involucradas en la respuesta a las preguntas (Graesser et al. 2009; Graesser et al., 1992;

Mosenthal, 1996). Nuestro estudio sugiere que la generalidad de una pregunta, medida en términos del nivel ontológico de la categoría sobre la que puede formularse sensiblemente, es una dimensión adicional a tener en cuenta. Por supuesto, las preguntas generales pueden ser apropiadas en aquellas situaciones donde el conocimiento sobre las entidades cuestionadas es escaso, como en el estudio de Roth y Roychoudhry (1993) mencionado anteriormente. Sin embargo, la generalidad de la pregunta sobre una entidad cuando puede existir un conocimiento sustancial es indicativa de una falta de conocimiento elaborado sobre ella.

Finalmente, podemos señalar algunas limitaciones del estudio. Como se indicó anteriormente, nuestro estudio no examinó directamente el papel del conocimiento de niveles superiores al formular preguntas en situaciones explicadas hasta ahora en términos de la hipótesis de déficit de conocimiento. Una manipulación directa del conocimiento sobre las categorías de nivel superior de los objetos objetivo queda para futuros estudios. A pesar de esta limitación, los resultados presentes proporcionan una base útil para probar el mecanismo parsimonioso examinado en este estudio. Una segunda limitación metodológica está relacionada con la familiaridad de los objetos objetivo. Utilizamos una muestra relativamente pequeña, donde existía la tendencia esperada en el conocimiento de los estudiantes sobre los miembros de los pares. Sin embargo, de hecho, no se encontró una diferencia significativa entre un par en particular, "Bicicleta" y "Misil". La muestra de objetos objetivo podría ampliarse en estudios futuros, con una selección que podría dar como resultado diferencias significativas de conocimiento para todos los pares.

Este estudio contribuye a una explicación más parsimoniosa del mecanismo que genera preguntas de búsqueda de información. Los resultados anteriores respaldan el papel central del conocimiento también en situaciones donde este conocimiento es escaso. El conocimiento juega un papel evidente en la generación de preguntas explicada en términos de la hipótesis de choque de conocimiento. Los resultados del estudio respaldan un papel del conocimiento, específicamente el conocimiento sobre las categorías de nivel superior, en la generación de preguntas en una situación de déficit de conocimiento. Los hallazgos sientan las bases para futuros análisis de la formulación de preguntas en situaciones donde el conocimiento es escaso, como las que se encuentran al aprender sobre entidades novedosas o las que enfrentan los estudiantes con un conocimiento de contenido deficiente.

6. CONCLUSIONES

En este capítulo se recogen las conclusiones más relevantes del trabajo de investigación llevado a cabo para conocer qué pregunta el alumnado de secundaria cuando lee textos de contenido científico y conocer qué dimensiones tiene la calidad de las preguntas que hace. Las conclusiones se relacionan con los objetivos y preguntas de investigación expresados en el capítulo 3.

A lo largo de las páginas anteriores se han descrito los cinco estudios sobre las preguntas que constituyen la parte experimental de la tesis.

Estas investigaciones nos permiten enunciar las siguientes conclusiones

1. El alumnado de secundaria participante en este trabajo de investigación, es capaz de generar preguntas cuando lee textos de contenido científico en un número mucho mayor que el habitual en las aulas.

Esta conclusión se refiere al primer objetivo *“conocer cuántas preguntas y qué tipo de preguntas hace el alumnado de enseñanza secundaria cuando lee textos de contenido científico”* concretamente a la primera pregunta de investigación *“¿cuántas preguntas y de qué tipo hacen los estudiantes cuando leen textos científicos que presentan alguna dificultad de comprensión?”*

En nuestros estudios hemos recogido siempre un número de preguntas por alumno muy superior al valor de 0,11 preguntas por persona y hora señalado por Graesser y Person (1994) para clases normales o al de 0,7 señalado por Dillon (1988b) para clases con debate en secundaria.

También referida a la pregunta de investigación anterior, podemos concluir que:

2. El alumnado de enseñanza secundaria participante en este trabajo de investigación, cuando lee textos de contenido científico, realiza con mayor frecuencia, por encima del resto de categorías, preguntas de antecedentes causales. En ellas se interesan por las causas que producen los fenómenos. Los estudiantes parecen ser procesadores activos que están "buscando significado" tratando de explicar por qué ocurren los eventos y fenómenos mencionados en los textos.

Varias investigaciones, como por ejemplo la de Zrada et al. (2019), coinciden con esta mayor frecuencia de preguntas causales. La importancia de las relaciones causales en la comprensión de textos expositivos es desatada en investigaciones como las de Coté et al. (1998) o Millis et al. (1990). Nuestro resultado coincide con el de Millis y Graesser (1994), quienes encontraron que los lectores generan inferencias de antecedentes causales al leer textos científicos cortos, pero no inferencias de consecuencias causales.

Una última conclusión referida a la pregunta de investigación anterior es:

3. Las preguntas que hace el alumnado de enseñanza secundaria participante en este trabajo de investigación, cuando lee textos de contenido científico, difieren en su calidad. Algunas son preguntas de nivel bajo, que preguntan por ejemplo por significados, pero también hacen preguntas de alto nivel, que pueden interpretarse como resultado de sus intentos por construir modelos de la situación de la información.

Ejemplo de las preguntas de bajo nivel son aquellas provocadas por palabras desconocidas, como "¿qué es el amoníaco?". Pero los estudiantes también fueron capaces de generar preguntas de alto nivel. Estas surgieron cuando los estudiantes notaron inconsistencias entre su conocimiento y las inferencias extraídas del texto. Estas preguntas pueden explicarse por los intentos de los lectores de construir una representación a nivel referencial del texto, es decir, el llamado "modelo de situación" (Van Dijk y Kintsch, 1983). El modelo de situación se construye reuniendo información del texto e información recuperada de la memoria del lector, y construir un modelo de situación apropiado se ha tomado como criterio de comprensión exitosa (Graesser et al., 1994).

Referido a la tercera pregunta de investigación "*¿qué efecto tiene en las preguntas el hecho de creer que se conoce la respuesta?*", podemos enunciar la siguiente conclusión:

1. El hecho de creer que se conoce la respuesta se relaciona con las preguntas que hace el alumnado de enseñanza secundaria participantes en este trabajo de investigación. El conocimiento del alumnado influye en los contenidos sobre lo que preguntan. El alumnado de no realiza preguntas sobre aquello que conoce o cree conocer.

Esta conclusión está de acuerdo con una hipótesis de "déficit de conocimiento" como mecanismo de generación de preguntas (Otero y Graesser, 2001, Otero y Sanjosé, 2023), esto llevaría a que los estudiantes mayores y con más conocimiento relevante sobre la información proporcionada en los párrafos que leían, formulen menos preguntas.

Por lo que se refiere a las preguntas de *investigación ¿cómo afecta al número y tipo de preguntas la expectativa de obtener la respuesta? y ¿qué influencia tienen el nivel/curso y la demanda de la tarea en la cantidad y la calidad de las preguntas?*, concluimos:

2. No se ha conseguido encontrar efectos importantes de algunas variables introducidas, como el nivel de estudios, el tipo de demanda de la tarea o la expectativa de obtener respuesta. Esto nos lleva a pensar que estas influencias pueden ser más complejas de lo que habíamos anticipado.

Sólo se encontró un efecto claro para las tareas en uno de los niveles, el nivel de 3º BUP (equivalente a grado 11): un entorno de aula fomenta hacer más preguntas de calidad que en una situación extraacadémica, sobre todo si se espera ser examinado sobre el tema. Este resultado coincide con otros (García-Arista et al. 1996) en que un contexto más formal promueve una mejor evaluación y regulación de la comprensión en textos científicos. Sin embargo, el efecto mencionado resultó ser poco fiable en nuestro estudio. Esto podría deberse simplemente a un problema estadístico originado por el número relativamente pequeño de sujetos en las dos condiciones, especialmente en 3º BUP. También podría haber otra explicación relacionada con una manipulación débil de la demanda de la tarea. Es posible que los estudiantes no se hayan sentido obligados a regular su comprensión de manera diferente solo por encontrar las instrucciones en los cuadernillos proporcionados; es posible que percibieran ambas condiciones con la misma exigencia.

Por lo que se refiere al segundo objetivo de esta tesis, centrado en identificar los componentes de la calidad de las preguntas y a la pregunta de investigación “*¿cuál es el papel del conocimiento de los sujetos en la formulación de preguntas y en la calidad de las preguntas?*”, podemos enunciar dos conclusiones:

3. Un menor conocimiento del alumnado de secundaria participante en este trabajo de investigación que hace una pregunta, se puede asociar con preguntas más globales, imprecisas o no enfocadas. Se pueden definir con más precisión esas preguntas globales, no enfocadas o imprecisas en términos de la noción de aplicabilidad de una pregunta a diferentes niveles de una rama ontológica: las preguntas globales pueden entenderse como preguntas aplicables a categorías de nivel superior de un objeto objetivo.
4. La relación entre el conocimiento sobre los objetos y el número de preguntas que se hace sobre ellos el alumnado participante en este trabajo de investigación, muestra un mayor número de preguntas sobre objetos no familiares que sobre los familiares, aunque las preguntas sobre éstos últimos son menos generales.

En relación a la pregunta de investigación: *¿a qué dimensión o componente de la calidad de las preguntas afecta el conocimiento de los estudiantes?* concluimos:

5. La generalidad de una pregunta, medida en términos del nivel ontológico de la categoría sobre la que puede formularse sensiblemente, es una dimensión a tener en cuenta en la calidad de las preguntas. Las preguntas generales pueden ser apropiadas en situaciones donde el conocimiento sobre las entidades cuestionadas es escaso, sin embargo, la generalidad de la pregunta sobre una entidad cuando puede existir un conocimiento sustancial es indicativa de la falta de conocimiento elaborado ella.

Nuestra investigación contribuye a una explicación más parsimoniosa del mecanismo que genera preguntas de búsqueda de información. Los resultados obtenidos respaldan el papel central del conocimiento también en situaciones donde este conocimiento es escaso. El conocimiento juega un papel evidente en la generación de preguntas explicada en términos de la hipótesis de choque de conocimiento, cuando el conocimiento que tienen los sujetos no es consistente con la información recibida. Los resultados del estudio respaldan el papel del conocimiento, específicamente el conocimiento sobre las categorías de nivel superior, en la generación de preguntas en una situación de déficit de conocimiento, en situaciones donde el conocimiento es escaso,

como las que se encuentran al aprender sobre entidades novedosas o las que enfrentan los estudiantes con un conocimiento de contenido deficiente.

7. REFERENCIAS

- Abbrandt Dahlgren, M., & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher education*, 41, 263-282.
- Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., & Scott P. (2010) Learning From and Responding to Students' Questions: The Authoritative and Dialogic Tension. *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 47, NO. 2, PP. 174–193 (2010)
- Alexander, P. A., Jetton, T. L., Kulikovich, J. M., & Woehler, C. (1994). Contrasting structural importance: The seductive effects of teacher questions. *Journal of Reading Behavior*, 26, 19-45.
- Alexander, R. (1992). *Policy and Practice*. London. Routledge
- Alexander, R. (2020). *A dialogic teaching companion*. Routledge.
- Alkaher, I., & Dolan, E. (2011). Instructors' Decisions That Integrate Inquiry Teaching into Undergraduate Courses: How Do I Make This Fit?. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(2), n 2.
- Allington, R. L., & Weber, R.M. (1993). *Questioning questions in teaching and learning from texts*. En B.K. Britton, A. Woodward, & M. Binkley (Eds.), *Learning from textbooks: Theory and practice* (pp. 47-68). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Allison, A.W., & Shirley, R. L. (1986). Teaching children to ask operational questions in science. *Science Education*, 70, 73 – 80.
- Álvarez, C., & San Fabián, J. L. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28(1), 1-12.
- Anderson, R. C., & Biddle, W. B. (1975). *On asking people questions about what they are reading*. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 89-130). New York: Academic Press.
- Andre, M. & Anderson, T. (1979) The development and evaluation of a self-questioning study technique. *Reading Research Quarterly* 14, 605 – 623
- Andre, T. (1979). Does answering higher level questions while reading facilitate productive learning? *Review of Educational Research*, 49, 280–318.
- Andre, T. (1990). Type of inserted questions and the study post-test delay. *Journal of experimental Education*, 58, 77-86.
- Andre, T., Mueller, T., Womack, S., Smid, K., and Tuttle, M. (1980). Adjunct application questions facilitate later application, or do they? *Journal of Educational Psychology*, 72(4), 533-543.

- Baird, J. R., & Mitchell, I. J. (1986). Improving the quality of teaching and learning: An Australian case study-The PEEL project.
- Baird, J. R., & Northfield, J. R. (1992). Learning from the PEEL experience. Melbourne Monash University Printing.
- Baker, L (1985). How do we know when we don't understand? Standards for evaluating text comprehension. En D.L.Forrest-Pressley, G.E. MAckinnon & T.G. Waller (Eds.) *Metacognition, Cognition and Human Performance*, Academic Press: New York
- Baker, L. (1979). Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusions. *Journal of reading behavior*, 11(4), 365-374.
- Barba, R. & Cardinale, L. (1991). Are female invisible students? An investigation of teacher-student questioning interactions. *School Science and Mathematics*, 91(7), 306-310.
- Barnes, D., Britton, J. & Torbe, M. (1986) *Language, the learner and the school*. London: Penguin;
- Bisquerra Alzina, R., (2004). *Metodología de la investigación educativa* (Vol. 1). Editorial La Muralla.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomía de los objetivos educacionales*, Manual I: El dominio cognitivo. Nueva York: David McKay Co Inc
- Blything, L. P., Hardie, A., & Cain, K. (2020). Question asking during reading comprehension instruction: Acorpus study of how question type influences the linguistic complexity of primary school students' responses. *Reading Research Quarterly*, 55(3), 443- 472. doi10.1002/rrq.279
- Brill, G., & Yarden, A. (2003). Learning biology through research papers: A stimulus for question-asking by high-school students. *Cell Biology Education*, 2(4), 266-274.
- Brown, A.L., Armbruster, B. B. & Baker, L. (1986). The role of metacognition in Reading and studyng. In J. Orasanu (Ed.), *Reading comprehension: From research to practice* (pp. 49 – 75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Brown, C.A., Danvers, K., & Doran, D. T. (2016). Student perceptions on using guided reading questions to motivate student reading in the flipped classroom. *Accounting Education*, 25(3), 256-271 doi 10.1080/09639284.2016.1165124
- Brualdi, Amy C. (1998) Classroom Questions. ERIC/AE Digest. ERIC Identifier: ED422407
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1982). The need for cognition. *Journal of personality and social psychology*, 42(1), 116.
- Campanario, García-Arista, Otero, Patricio, Costa, Prata Pina, Caldeira, Thomaz, (1994). *En que medida o controlo da compreensao ajuda a melhorar o rendimento académico*. 4º Encontro Ibérico para o Ensino da Física. Covilha. Portugal

Setiembre

- Campbell, J and Mayer, R.E. (2009) Questioning as an Instructional Method: Does it Affect Learning from Lectures? *Applied Cognitive Psychology* 23: 747–759
- Carlsen, W.S. (1991) Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research* Vol. 61(2) pp. 157-178
- Caton, J. B., Chung, S., Adeniji, N., Hom, J., Brar, K., Gallant, A., ... & Hosamani, P. (2021). Student engagement in the online classroom: comparing preclinical medical student question-asking behaviors in a videoconference versus in-person learning environment. *FASEB BioAdvances*, 3(2), 110.
- Cerdán, R., Vidal-Abarca, E., Martínez, T., Gilabert, R., Gil, L. (2009). Impact of question-answering tasks on search processes and reading comprehension. *Learning and Instruction* 19, 13-27.
- Cohen, A. R., Stotland, E., & Wolfe, D. M. (1955). An experimental investigation of need for cognition. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51(2), 291.
- Collins, A. & Smith, E.E. (1982) : « Teaching de process of reading comprehension » , en D.J. Detterman y R.J. Sternberg (Eds.) : *How and how much can intelligence be increased* . Norwood , N.J. : Ablex
- Collins, A., Brown, J. S., & Larkin, K.M. (1980). Inference in text understanding. In R. J. Spiro, B. C. Bruce, & W. F. Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension* (pp. 385-407). Hillsdale, NJ: Erlbaum. ~
- Córdova Frunz, J. L., Feregrino, V. M., Reza García, J. C., Ortiz Esquivel, L. R., & Dosal Gómez, A. (2007). La importancia de las preguntas. *Alambique: Didactica de las ciencias experimentales*.
- Corno, L. (1986). The metacognitive control components of self-regulated learning. *Contemporary educational psychology*, 11(4), 333-346.
- Costa, A. L. (1985). *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Association for Supervision and Curriculum Development, 225 N. Washington St., Alexandria, VA 22314.
- Costa, V. (1993). The use of a course question to facilitate student learning. *Journal of College Science Teaching*, Sep/oct, 49-53
- Coté, N., Goldman, S. R., & Saul, E. U. (1998). Students making sense of informational text: Relations between processing and representation. *Discourse Processes*, 25(1), 1-53.
- Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of educational research*, 58(4), 438-481.
- Cuccio-Schirripa, S., & Steiner, E. H. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 210-224

- Cuerva, J., & Otero, J. (1996). Influence of epistemic authority and knowledge activation on the detection of inconsistencies in science texts. In *International Seminar "Using Complex Information Systems"*, UCIS (Vol. 96, pp. 4-6).
- Chin, C. & Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Chin, C. (2007) Teacher Questioning in Science Classrooms: Approaches that Stimulate Productive Thinking *Journal Of Research in Science Teaching*, Vol. 44, NO. 6, PP. 815–843
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269–287.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in science education*, 44(1), 1-39.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.
- Chin, C., Brown, D.E & Bruce, B.C. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24 (5), 521-549.
- Chiu, C. H., Cheng, H. W., & Wu, C. Y. (2016). Applying questioning or reading strategy to review technology enhanced coedited notes of elementary school students. *The Journal of Educational Research*, 109(2), 111–121.
- Choi, I. Land S. M. and Turgeon A.J. 2005 Scaffolding Peer-questioning Strategies to Facilitate Metacognition During Online Small Group Discussion. *Instructional Science: An International Journal of Learning and Cognition*, v33 n5-6 p483-511
- Daines, D. (1986). Are Teachers Asking the Right Questions? *Education* 1, 4 p. 368-374.
- Dantonio, M. & Paradise, L. V. (1988) *Journal of Research and Development in Education* , v 21 n 3 p71-75;
- Davey, B., & McBride, S. (1986). Effects of Question-Generation Training on Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 78, 256-262.
- Davis, E. A. (1932). The form and function of children's questions. *Child Development*, 3, 57-74.
- Dillon, J. T. (1982). The multidisciplinary study of questioning. *Journal of Educational Psychology* 74 (2) , 147-165
- Dillon, J. T. (1985). Using questions to foil discussion. *Teaching and teacher education*, 1(2), 109-121.

- Dillon, J. T. (1986). Student Questions and Individual Learning.(1986) *Educational Theory*, 36 (4), 333-341.
- Dillon, J. T.. (1988a). *Questioning and teaching: A Manual of practice*. New York: Teachers College Press.
- Dillon, J.T. (1988b). The remedial status of student questioning. *Journal Of Curriculum Studies*, 20 (3), 197-210.
- Dori, Y J., & Herscovitz O. (1999) Question-Posing Capability as an Alternative Evaluation Method: Analysis of an Environmental Case Study *Journal of Research in Science Teaching* VOL. 36, NO. 4, PP. 411–430
- Einhorn, H. J., & Hogarth, R. M. (1986). Judging probable cause. *Psychological bulletin*, 99(1), 3.
- Eisenberg, M. B., & Berkowitz, R. E. (1990). *Information Problem Solving: The Big Six Skills Approach To Library & Information Skills Instruction*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut St., Norwood, NJ 07648.
- Entwistle N.J. & Ramsden P. (1983) *Understanding Student Learning*. Croom Helm, London .
- Erdogan, I. (2017). Turkish Elementary Students' Classroom Discourse: Effects of Structured and Guided Inquiry Experiences That Stimulate Student Questions and Curiosity. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1111-1137.
- Fellbaum, C. (1998). *Wordnet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge, MA: MIT Press
- Fishbein H. D. Eckart, T., Lauver, E.. Van Leeuwen, R.,& Langmeyer, D. (1990). Learners' questions and comprehension in a tutoring setting. *Journal of Educational Psychology*, 82, 163-170.
- Flammer, A. (1981). Towards a theory of question asking. *Psychological Research*, 43, 407-420.
- France Bev and Bay Jacquie L. 2010 Questions Students Ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom *International Journal of Science Education* Vol. 32, No. 2, 15 January , pp. 173–194
- Friedman, F. & and Rickards, J. P. (1981). Effect of level, review, and sequence of inserted questions on text processing. *Journal of Educational Psychology* , 73(3), 427-436.
- Gallas, K. (1995). *Talking Their Way into Science: Hearing Children's Questions and Theories, Responding with Curricula*. New York: Teachers College Press.
- García-Arista, E., Campanario, J. M., & Otero, J. (1996). Influence of subject matter setting on comprehension monitoring. *European Journal of Psychology of Education*, 11, 427-441.

- Gillies, R., Nichols, K., & Burgh, G. & Haynes, M. (2014). Primary students' scientific reasoning and discourse during cooperative inquiry-based science activities. *International Journal of Educational Research*, 63, 127-140. doi:10.1016/j.ijer.2013.01.001
- Glaubman, R., Glaubman, H., & Ofir, L. (1997). Effects of self-directed learning, story comprehension, and self-questioning in kindergarten. *The Journal of Educational Research*, 90(6), 361-374
- Glenberg, A. M., & Epstein, W. (1985). Calibration of comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(4), 702.
- Glenberg, A. M., Wilkinson, A. C., & Epstein, W. (1982). The illusion of knowing: Failure in the self-assessment of comprehension. *Memory & Cognition*, 10(6), 597-602.
- Good, T. L., Slavings, R. L., Harel, K. H., & Emerson, H. (1987). Student passivity: A study of question-asking in K-12 classrooms. *Sociology of Education*, 60, 181-199.
- Graesser, A. C. (1985). Introduction and overview. En A.C.Graesser & J. B. Black (Eds.), *The psychology of questions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Graesser, A. C., Kennedy, T., Wiemer-Hastings, P., & Ottati, V. (1999). *The use of computational cognitive models to improve questions on surveys and questionnaires*. In M. G. Sirken, D. J. Hermann, S. Schechter, N. Schwarz, J. M. Tanur, & R. Tourangeau (Eds.), *Cognition and survey methods research* (pp. 199-216). New York: Wiley
- Graesser, A.C., Langston, M.C. & Baggett, W.B. (1993). Exploring information about concepts by asking questions. *The Psychology of Learning and Motivation*, 29, 411-436.
- Graesser, A.C., Lu, S., Olde, B.A., Cooper-Pye, E., & Whitten, S. (2005). Question asking and eye tracking during cognitive disequilibrium: Comprehending illustrated texts on devices when the devices break down. *Memory and Cognition*, 33, 1235-1247.
- Graesser, A.C. and McMahan, C. L. (1993). Anomalous information triggers questions when adults solve quantitative problems and comprehend stories. *Journal Of Educational Psychology*, 85 (1), 136-151.
- Graesser, A.C., McMahan, C.L. & Johnson, B.K.(1994). Question asking and answering. In M.A. Gernsbacher (Ed.), Handbook of Psycholinguistics. San Diego: Academic Pres.
- Graesser, A.C., & Olde, B.A. (2003). How does one know whether a person understands a device? The quality of the questions the person asks when the device breaks down. *Journal of Educational Psychology*, 95, 524-536.

- Graesser, A. C., Ozuru, Y. & Sullins, (2009) J. *What is a Good Question?* In: McKeown, M.G., Kucan, L. (eds.) *Threads of Coherence in Research on the Development of Reading Ability*,
- Graesser, A.C. & Person, C. K. (1994). Question asking during tutoring. *American Educational Research Journal*, 31(1), 104-137.
- Graesser, A.C., Person, N. & Huber, J. (1992). Mechanisms that generate questions. In T.W. Lauer, E. Peacock & A.C. Graesser (Eds.), *Questions and information Systems* (pp. 167-187). Hillsdale, New Jersey. L. Erlbaum Ass.
- Graesser, A. C., Rus, V., and Cai, Z. (2008). Question Classification Schemes. *Proceedings of the Workshop on the Question Generation Shared Task and Evaluation Challenge*, NSF, Arlington, VA.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological review*, 101(3), 371.
- Graesser, A.C., Swamer, S., Bagget, W & Sell, M. (1996). New models of deep comprehension. En B. Britton & A. Graesser (eds.) *Models of understanding text*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Graesser, A.C., Wiemer-Hastings, K., Kreuz, R., & Wiemer-Hastings, P. (2000). "QUAID" A questionnaire evaluation aid for survey methodologists. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 32, 254-262.
- Gross, M. (2007). The unknown in process: Dynamic connections of ignorance, nonknowledge and related concepts. *Current Sociology*, 55, 742-59.
- Hacker, D., Dunlosky, J., & Graesser, A. (1998). *Metacognition in Educational Theory and Practice*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hamaker, C. (1986). The Effects of Adjunct Questions on Prose Learning. *Review of Educational Research*, 56, pp. 212-242.
- Harper, K.A., Etkina, E. & Lin, Y. (2003). Encouraging and analyzing student questions in a large Physics course: meaningful patterns for instructors. *Journal of Research in Science Teaching* 40 (8), 776-791
- Hartford, F., & Good, R. (1982). Training chemistry students to ask research questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(7), 559-570.
- Herranen, J., & Aksela, M. (2019). Student-question-based inquiry in science education. *Studies in Science Education*, 55(1), 1-36.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of research in science teaching*, 42(7), 791-806.
- Hofstein, A., Shore, R., & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47-62.

- Horbach, A., Aldabe, I., Bexte, M., de Lacalle, O.L., Maritxalar, M. (2020): Linguistic appropriateness and pedagogic usefulness of reading comprehension questions. In: Proceedings of the 12th Language Resources and Evaluation Conference, pp. 1753–1762
- Ishiwa, K. (2012). *Mecanismos de generación de preguntas sobre textos expositivos con contenido científico: Identificación de obstáculos y papel de las metas de lectura*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá
- Ishiwa, K., Macias, A., Maturano, C., Otero, J. (pte. publicación) Generating information seeking questions when reading science texts for understanding
- Ishiwa, K., Sanjosé, V., and Otero, J. (2012) Questioning and reading goals: Information-seeking questions asked on scientific texts read under different task conditions. *British Journal of Educational Psychology*
- Işır, E., & Uyar, Y. (2022). Investigating Reading Comprehension Questions and Student-Generated Questions in Language Lessons in terms of Level. *Education Quarterly Reviews*, 5(4), 440-455.
- Jiang, L., & Elen, J. (2011). Why do learning goals (not) work: a reexamination of the hypothesized effectiveness of learning goals based on students' behaviour and cognitive processes. *Educational technology research and development*, 59, 553-573.
- Kaberman, Z., & Dori, Y. J. (2009). Metacognition in chemical education: Question posing in the case-based computerized learning environment. *Instructional Science*, 37, 403-436.
- Karabenick, S.A. (1994). Relation of perceived teacher support of student questioning to students' beliefs about teacher attributions for questioning and perceived classroom learning environment. *Learning and Individual Differences*. 6(2). 187-204.
- Kastens, K. A., Zrada, M., and Turrin, M. (2020), What kinds of questions do students ask while exploring data visualizations? *Journal of Geoscience Education*, 68(3), 199-219.
- Keil, F. (1979). *Semantic and conceptual development: an ontological perspective*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Kember, D. (1996). The intention to both memorise and understand: Another approach to learning?. *Higher Education*, 31(3), 341-354.
- Kilpelä, J., Hiltunen, J., Häikiöniemi, M., Jokiranta, K., Lehesvuori, S., Nieminen, P., & Viiri, J. (2023). Analyzing science teachers' support of dialogic argumentation using teacher roles of questioning and communicative approaches. *Dialogic Pedagogy: An International Online Journal*, 11(3), A88-A118. <https://doi.org/10.5195/dpj.2023.547>
- King, A. (1989). Effects of self-questioning training on college students' comprehension of lectures. *Contemporary Educational Psychology*, 14, 1–16.

- King, A. (1990). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American Educational Research Journal* 27, 664-87
- King, A. (1991). Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*. 83(3). 307-317.
- King, A. (1994a). Autonomy and question asking: the role of personal control in guided student-generated questioning. *Learning and Individual Differences*. 6(2). 163-185.
- King, A. (1994b). Guiding knowledge construction in the classroom: effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*. 31(2), 338-368.
- King, A., & Rosenshine, B. (1993). Effects of guided cooperative questioning on children's knowledge construction. *The Journal of Experimental Education*, 61(2), 127-148.
- Kintsch, W. (2005). An overview of top-down and bottom-up effects in Reading comprehension. The CI perspective. *Discourse Process*, 39, 125 - 128
- Kirby, P. (1996). Teacher Questions During Story-book Readings: Who's Building Whose Building?. *Reading*, 30(1), 8-15.
- Koch, A & Eckstein, S.G.. (1991). Improvement of reading comprehension of physics texts by students' question formulation. *International Journal of Science Education*. Vol 13(4) pp. 473-485.
- La France, M. (1992). Questioning knowledge acquisition. In T.W. Lauer, E. Peacock & A.C. Graesser (Eds.), *Questions and information Systems* (pp. 11-28). Hillsdale, New Jersey. L. Erlbaum Ass.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1)..
- Leonard, W.H. & Lowery, L.F. (1984) The effects of question types in textual reading upon retention of Biology concepts *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 37(8) pp. 854-870
- Lewis, M. M. (1938). The beginning and early functions of questions in a child's speech. *British Journal of Educational Psychology*. 8, 150-171
- Light, Mann, Riloff, & Breck, (2001) Looking under the hood: tools for diagnosing your question answering engine Proceedings of the workshop on Open-domain question answering - Volume 12
- Logtenberg, A., van Boxtel, C., & van Hout-Wolters, B. (2011). Stimulating situational interest and student questioning through three types of historical introductory texts. *European Journal of Psychology of Education*, 26(2), 179-198.
- Llorens, J.A. (1991). *Comenzando a aprender Química*. A. Machado Libros. Madrid

- Magaji, A., Adejo, G. & Betteney, M. (2018) Towards a pedagogy of science teaching: an exploration of the impact of students-led questioning and feedback on the attainment of Key Stage 3 Science students in a UK school. *International Journal of Science Education*. 40(9), 1076-1093.
- Mantziou, T. & Van der Meij, H (2004) Preschooler's questioning behavior and teacher-child interaction. 1st International Seminar on Research on Questioning. Un. Aveiro
- Marbach-Ad, G. & Sokolove, P.G. (2000a) Can undergraduated biology students learn to ask higher level questions? *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 37(8) pp. 854-870
- Marbach-Ad, G.; Sokolove, P. G.(2000b).. Good Science Begins with Good Questions: Answering the Need for High-Level Questions in Science *Journal of College Science Teaching*, v30 n3 p192-95 Nov
- Markman, E. M. (1979). Realizing that you don't understand: Elementary school children's awareness of inconsistencies. *Child development*, 643-655.
- Martin, E. & Kim, S. (2022) Impact of instructor generated guided reading questions for university textbooks onlearning. *Journal of College Reading and Learning*, 52(3), 151-169.doi 10.1080/10790195.2022.2062489
- Mehan, H. (1979). ‘What time is it, Denise?’: Asking known information questions in classroom discourse. *Theory into practice*, 18(4), 285-294.
- Millis, K. K., & Graesser, A. C. (1994). The time-course of constructing knowledge-based inferences for scientific texts. *Journal of Memory and Language*, 33(5), 583-599.
- Millis, K. K., Morgan, D., & Graesser, A. C. (1990). The influence of knowledge-based inferences on the reading time of expository text. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 25, pp. 197-212). Academic Press.
- Mills, S. R., Rice, C. T., Berliner, D. C., & Rosseau, E. W. (1980). The correspondence between teacher questions and student answers in classroom discourse. *The Journal of Experimental Education*, 48(3), 194-204.
- Miyake, N., & Norman, D. A. (1979). To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 18, 357-364.
- Moch, M. (1987). Asking questions: An expression of epistemological curiosity in children.
- Moore, S., Nguyen, H.A., Stamper, J. (2021): Examining the effects of student participation and performance on the quality of learnersourcing multiple-choice questions. In: Proceedings of the Eighth ACM Conference on Learning@ Scale, pp. 209–220

- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill Education (UK).
- Mosenthal, P. (1996). Understanding the strategies of document literacy and their conditions of use. *Journal of Educational Psychology*, 88, 314-332.
- Myhill, D., & Dunkin, F. (2005). Questioning learning. *Language and education*, 19(5), 415-427.
- Neber, H. (1987). Self directed questioning. *Questioning exchange*, 1, 189- 191.
- Neri de Souza, F. (2006). Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino. Superior. Tesis doctoral, Universidad de Aveiro.
- Oliveira, A.W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453.
- Otero, J. (1996). Components of comprehension monitoring in the acquisition of knowledge from science texts. In *Knowledge Acquisition, Organization, and Use in Biology: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Biology Knowledge: Its Acquisition, Organization, and Use, held in Glaslow, Scotland, June 14–18, 1992* (pp. 36-43). Springer Berlin Heidelberg.
- Otero, J. (2009). Question generation and anomaly detection in texts. En D.J. Hacker, J.Dulosky & A.C.Graesser, *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 47-59). N.J.: Routledge
- Otero, J., Caldeira, M. H. & Gomes, C. J. (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. C., & Campanario, J. M. (1990). Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts. *Journal of research in science teaching*, 27(5), 447-460.
- Otero, J., Campanario, J. M., & Hopkins, K. D. (1992). The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension monitoring ability of Spanish secondary school students. *Educational and psychological measurement*, 52(2), 419-430.
- Otero, J., & Graesser, A.C. (2001). PREG: Elements of a model of question asking. *Cognition & Instruction*, 19, 143-175
- Otero, J., & Ishiwa, K. (2014). *Cognitive Processing of Ignorance*. In D. N. Rapp & L.G. Jason (Eds.). *Processing Inaccurate Information: Theoretical and Applied Perspectives from Cognitive Science and the Educational Sciences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Otero, J., & Ishiwa, K. (2003). *Readers' conceptions of incomprehension: an analysis of questions asked by college students who read texts describing natural phenomena*.

Comunicación presentada en el 13th Annual Meeting of the Society for Text and Discourse, Madrid, España.

- Otero, J. & Kintsch, W. (1992). Failures to detect contradictions in a text. What readers believe versus what they read. *Psychological Science* 3, 229 – 235.
- Otero, J., & Sanjosé, V. (2023). Knowledge and knowledge gaps in semantic memory of technical artifacts. *New Ideas in Psychology*, 69, 101009.
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol [online]*, 35(1), 227-232. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension fostering and comprehension monitoring activities. *Cognition and instruction*, 1, 117-175.
- Paris, S. G., Lipson, M. Y., & Wixson, K. K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary educational psychology*, 8(3), 293-316.
- Pearson, J.C., & West, R.L. (1991). An initial investigation of the effects of gender on student questions in the classroom: Developing a descriptive base. *Communication Education*, 40, 22 ± 32.
- Pedrosa de Jesus, H. & Maskill, (1990). Teachers questioning practices in some portuguese science classes. *Revista Portuguesa de Educação*, 3, 37-56.
- Pedrosa de Jesus, H. & Coelho Moreira, A. (2008)' The role of students' questions in aligning teaching, learning and assessment: a case study from undergraduate sciences', sciences', *Assessment & Evaluation in Higher Education*,
- Pedrosa de Jesus, H.; Almeida, P.; Watts, M. (2004) Questioning Styles and Students' Learning: Four Case Studies . *Educational Psychology*, v24 n4 p531-548.
- Pedrosa de Jesus, M.H. (2004) Questioning in learning and teachers' professional development. 1st International Seminar on Research on Questioning. Un. Aveiro
- Pedrosa, H., Neri, de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C. and Watts, M. (2005) 'Organising the chemistry of question-based learning: a case study', *Research in Science & Technological Education*, 23:2, 179 – 193
- Pedrosa, H., Teixeira-Dias, J. J. C. and Watts, M. (2003) 'Questions of chemistry', *International Journal of Science Education*, 25:8, 1015 – 1034
- Person, N. K., Graesser, A. C., Magliano, J. P., & Kreuz, R. J. (1994). Inferring what the student knows in one-to-one tutoring: The role of student questions and answers. *Learning and individual differences*, 6(2), 205-229.
- Piaget, J. (1959). Les modèles abstraits sont-ils opposés aux interprétations pshycho-physiologiques dans l'explication en psychologie? Esquisse d'autobiographie intellectuelle. *Bulletin de Psychologie*, 169, t. XIII, 7-13
- Pizzini, E. L. and Shepardson, D. P. (1991) Student questioning in the presence of the

teacher during problem solving in science. *School Science and Mathematics*, 91, 348-352.

Poole, D. (1994). Routine Testing Practices and the Linguistic Construction of Knowledge. *Cognition and Instruction*, 12(2), 125-150.

Pressley, M., & Forrest-Pressley, D. (1985). Questions and children's cognitive processing. En A.C. Graesser, & J.B. Black (Eds.), *The psychology of questions* (pp. 277-296). Hillsdale, NJ: Erlbaum.)

Pressley, M., Symons, S., McDaniel, M.A., Snyder, B.L. & Turnure, J.E. (1988). Elaborative interrogation facilitates acquisition of confusing facts. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 268-278.

Ram, A., 1991 A theory of question asking. *The Journal of the Learning Sciences* 1 (3,4)

Redfield, D. L., & Rousseau, E. W. (1981). A meta-analysis of experimental research on teacher questioning behavior. *Review of Educational Research*, 51(2), 237-245.

Rosenshine, B., Meister, C., Chapaman, S. (1996). Teaching students to generate questions: a review of the intervention studies. *Review of Educational Research*, 66, 181-221.

Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 127-152.

Rouet, J.F. & Vidal-Abarca, E. (2002) "Mining for Meaning": Cognitive Effects of Inserted Questions in Learning from Scientific text in J. Otero, J. A. León, & A. C. Graesser (Eds.), *The psychology of science text comprehension*. Mahwah, NJ: Erlbaum

Rowe, M. B. (1986). Wait time: Slowing down may be a way of speeding up!. *Journal of Teacher Education*, 37(1), 43-50.

Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction* 9 (3), 177-199

Shuttleworth, M. (2008). Diferentes métodos de investigación. Obtenido de Explorable.com: <https://explorable.com/es/diferentes-metodos-de-investigacion>

Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2003). Self-regulation and learning. In W. M. Reynolds & G. E. Miller (Eds.), *Handbook of psychology*, Vol. 7: *Educational psychology* (pp. 59-78). New York: John Wiley

Singer, H., & Donlan, D. (1982). Active comprehension: Problem-solving schema with question generation for comprehension of complex short stories. *Reading Research Quarterly*, 166-186.

Singh, G. (2019). Student Questioning in Student Talk: Understanding the process and its role in doing science [PhD Thesis, Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai]. <https://tinyurl.com/4zncfemf>

- Smith, E. L., Blakeslee, T. D., & Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of research in science teaching*, 30(2), 111-126.
- Sommers, F. (1965). Predicability. In M. Black (Ed.) , *Philosophy in America*, (262-281). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Song, D. (2016). Student-generated questioning and quality questions: A. Research Journal of Educational Studies and Review, 2(5), 58–70
- Song, D. y Glazewski, K. (2023) ‘Scaffolding self-regulated learning in student-generated questioning using mobile phones,’ *Education and Information Technologies*. 28(8):1-22
- Song, D., Oh, E., & Glazewski, K. (2017). Student-generated questioning activity in second language courses using a customized personal response system: A case study. *Educational Technology Research and Development*, 65(6), 1425–1449
- Spencer, M., Gilmour, A.F., Miller, A.C., Emerson, A. M., Saha, N. M., & Cutting, L. E. (2019). Understanding the influence of text complexity and question type on reading outcomes. *Reading and Writing* 32(3), 603–637. Doi 10.1007/s11145-018-9883-0
- Sternberg, R.J. y Spear-Swerling L. (1999). Enseñar a pensar. España: Santillana,
- Steuer, T., Bongard, L., Uhlig, J., Zimmer, G. (2021): On the linguistic and pedagogical quality of automatic question generation via neural machine translation. In: De Laet, T., Klemke, R., Alario-Hoyos, C., Hilliger, I., Ortega-Arranz, A. (eds.) EC-TEL 2021. LNCS, vol. 12884, pp. 289–294. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86436-1_22
- Stocking, S. H., & Holstein, L. S. (1993). Constructing and reconstructing scientific ignorance. *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, 15, 186-210.
- Taboada, A., & Guthrie, J.T. (2006). Contributions of Student Questioning and Prior Knowledge to Construction of Knowledge From Reading Information Text. *Journal of Literacy Research*, 38, 1-35.
- Teixeira-Dias, J. J. C., Pedrosa, H., Neri de Souza, F. and Watts, M. (2005) 'Teaching for quality learning in chemistry', *International Journal of Science Education*, 27:9, 1123 – 1137
- Tiffany, G., Grieger, K., Johnson, K., & Nyachwaya, J. (2023). Characterizing students' peer–peer questions: frequency, nature, responses and learning. *Chemistry Education Research and Practice*. DOI: 10.1039/D2RP00146B
- Tizard, B., Hughes, M., Carmichael, H., & Pinkerton, G. (1983). Children's Questions and Adults' Answers. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 24(2), 269-281.

- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Toulmin, S. E. (1961). Foresight and understanding: An enquiry into the aims of science.
- Trabasso, T. Secco, T., Van Den Broek, P.(1984). Causal cohesion and story coherence. *Learning and comprehension of text*, 83-112.
- Trabasso, T., & Sperry, L. L. (1985). Causal relatedness and importance of story events. *Journal of Memory and language*, 24(5), 595-611.
- Trabasso, T., & Van Den Broek, P. (1985). Causal thinking and the representation of narrative events. *Journal of memory and language*, 24(5), 612-630.
- Van den Broek, P., Tzeng, Y., Risdén, K., Trabasso, T., & Basche, P. (2001). Inferential questions: Effects on comprehension of narrative texts as a function of grade and timing. *Journal of Educational Psychology*, 93, 521–529
- Van der Meij, H. (1987). Assumptions of Information-Seeking Questions. *Questioning Exchange*. 1(2), 111-118.
- Van der Meij, H. (1988). Constraints on question asking in classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 80, 401-405.
- Van der Meij, H. (1990). Question Asking: To Know That You Do Not Know Is Not Enough. *Journal of Educational Psychology*, 82, pp. 505-512.
- Van der Meij, H. (1993). What's the title? A case study of questioning in reading. *Journal of research in reading*, 16(1), 46-56.
- Van der Meij, H. (1994). Student questioning: a componential analysis. *Learning and Individual Differences*. 6(2). 137-161.
- Van der Meij, H. (2004) Getting to know a domain through questioning. 1st International Seminar on Research on Questioning. Un. Aveiro
- Van der Meij, H. and Dillon, J.T. (1994). Adaptative student questioning and students verbal ability. *Journal Of Experimental Education*. 62(4), 27-290.
- Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). Strategies of discourse comprehension.
- van Zee, E. Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *The Journal of the learning sciences*, 6(2), 227-269
- Vaz, P., Fernandes, P., Morgado, J, Monteiro, A. & Otero, J. (2014). Students' conscious unknowns about artefacts and natural objects. *Educational Psychology* 36(1):1-15.

- Vidal-Abarca, E., Gilabert, R., & Rouet, J. F. (2005). El papel de las preguntas intercaladas en los textos de ciencias. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36).
- Vogler, K. E. (2005). Improve Your Verbal Questioning. *The Clearing House*, 79 (2), 98-103.
- Watts, M., Gould, G. & Alsop, S. (1997). Questions of understanding: categorising pupils' questions in science. *School Science Review*, 79 (286) 57-63.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1985). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.). New York: Macmillan.
- West, R., & Pearson, J.C. (1994). Antecedent and consequent conditions of student questioning: An analysis of classroom discourse across the university. *Communication Education*, 43, 299 ± 311.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (2000). Metacognitive facilitation: An approach to making scientific inquiry accessible to all. *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*, 331-370.
- Wilen, W. W. (2004). Refuting misconceptions about classroom discussion. *Social Studies* 95(1), 33-39.
- Winne, P. H. (1979). Experiments relating teachers' use of higher cognitive questions to student achievement. *Review of educational research*, 49(1), 13-49.
- Wu, L., Liu, Y., How, M. L., & He, S. (2023). Investigating Student-Generated Questioning in a Technology-Enabled Elementary Science Classroom: A Case Study. *Education Sciences*, 13(2), 158.
- Yip, D. Y. (2004). Questioning skills for conceptual change in science instruction. *Journal of Biological Education*, 38(2), 76-83.
- Yu, F. Y. & Wu, C. P. (2016). Predictive effects of the quality of online peer-feedback provided and received on primary school students' quality of question-generation. *Educational Technology & Society*, 19(3), 234-246.
- Yu, F. Y. & Wu, W. S. (2020). Effects of student-generated feedback corresponding to answers to online student- generated questions on learning: What, why, and how? *Computers & Education*, 145, 103723.
- Yu, F. Y., & Chen, H. C. (2022, November). The Comparative Effects of 'What if/what if not' and 'Main Ideas' Scaffolding for Online Student Question-generation on Science Learning. In *30th International Conference on Computers in Education Conference, ICCE 2022-Proceedings* (Vol. 1, pp. 593-597). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Yüceer, D., Özkan, Ö. & Deveci, T. (2022). Implementation of dialogic teaching in Turkish lessons and its effect on reading comprehension, *Reading Psychology*. 43(8), 598-627. doi 10.1080/02702711.2022.2126047.

- Zabucky, K., & Ratner, H. H. (1986). Children's comprehension monitoring and recall of inconsistent stories. *Child Development*, 1401-1418.
- Zabucky, K., & Ratner, H. H. (1989). Effects of reading ability on children's comprehension evaluation and regulation. *Journal of Reading Behavior*, 21(1), 69-83.
- Zabucky, K., & Ratner, H. H. (1992). Effects of passage type on comprehension monitoring and recall in good and poor readers. *Journal of Reading Behavior*, 24(3), 373-391.
- Zimmerman, B.J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: an overview. *Educational Psychology*. 25(1), 3-17.
- Zrada, M., Kastens, K. A., & Turrin, M. (2019). How to help your students ask more and better questions. *Oceanography*, 32(4), 204-206.

8. ANEXO

Contenidos publicados

En este anexo se incluye información de contenidos de esta tesis que han sido publicados. Concretamente contenidos del estudio B.2, recogido en el capítulo 5.2.3, han sido publicados en el artículo siguiente:

Otero, J., & Gallástegui, J. R. (2016). Knowledge gaps on objects about which little is known: Lack of knowledge leads to questioning on basic levels of an ontological branch. *Learning and Individual Differences*, 45, 193-198.

Título	Knowledge gaps on objects about which little is known: Lack of knowledge leads to questioning on basic levels of an ontological branch
Año	2016
Revista	Learning and Individual Differences
Volumen	45
Páginas	193 - 198
doi	
Contribución del doctorando	Contribución en todos los apartados, especialmente en la adquisición y análisis de datos.
Índices de calidad	Según Journal Citation Reports (JCR), la revista tiene un índice de impacto de 1,65 en 2016 (3,6 en 2022). El rango según índice de impacto, JIF, en 2016 es 22/58, cuartil Q2, percentil 62,93 en la categoría Educational Psychology (en 2022 los valores son, 14/60 cuartil Q1, percentil 77,5). Según SJR, en 2016 el valor de SJR es de 1,075 (1,367 en 2022) y está en el cuartil Q1 en la categoría Educación (Q1 también en 2022). Según Scopus la revista presenta un índice CiteScore de 3,1 en el año 2016 y ocupa la posición 122 de 978 en la categoría Educación, percentil 87. En el año 2022 los valores son: índice CiteScore 6,3, posición 125 de 1469, percentil 91.
Autorización de la revista	En un correo electrónico la editorial me confirma lo que figura en la web de la editorial https://www.elsevier.com/about/policies/copyright, donde se indica expresamente que se autoriza a los autores a incluir todo o parte de los artículos publicados en una tesis doctoral .
Autorización del coautor	José Otero, coautor del artículo, aporta por escrito autorización para incluir los contenidos en la tesis, además de señalar que los contenidos son aportaciones originales y propias del doctorando

En esta tesis se estudian las preguntas que hace el alumnado cuando lee textos de contenido científico. Se incluyen los resultados de cinco estudios. Los tres primeros se centraron en el número y tipo de preguntas que hacían los estudiantes y en el efecto de variables como la expectativa de obtener respuestas, el nivel de exigencia de la tarea, el nivel del alumnado o la demanda de la tarea. Los resultados muestran cómo el alumnado hace buenas preguntas cuando tiene oportunidad y que muchas de las preguntas que hacen se dirigen a las relaciones causales.

El cuarto y quinto estudios se centraron en la calidad de las preguntas, buscando dimensiones o componentes de calidad. Se analiza en detalle una dimensión: la generalidad, medida en términos del nivel ontológico de la categoría a la que se dirige.