

# LAS PREGUNTAS MEDIADORAS COMO RECURSOS PARA FAVORECER LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS CIENTÍFICOS COMPLEJOS

MÁRQUEZ, CONXITA; BONIL, JOSEP y PUJOL, ROSA MARIA

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.

---

**Palabras clave:** Preguntas mediadoras; Complejidad; Sostenibilidad; Educación científica; Formación del profesorado.

## FINALIDAD Y OBJETIVOS

Ayudar a los individuos a aprender a hacerse preguntas, a reformularlas en función de las respuestas, a escoger el tipo de pregunta más adecuado para comprender un hecho y para acercarse a como una disciplina lo aborda, constituye una herramienta esencial para avanzar en la formación de una ciudadanía con capacidad de situarse frente el mundo mediante un posicionamiento crítico, activo y responsable; una ciudadanía capacitada para orientar su itinerario vital hacia perspectivas próximas a la sostenibilidad.

El aula es un espacio de diálogo donde el alumnado pone en juego los distintos modelos explicativos construidos a lo largo de su vida. En general, estos se caracterizan por ser estáticos, aislados, basados en la causalidad lineal y muy deterministas. En contraposición a ellos, los modelos explicativos desde la ciencia son complejos, dinámicos, consideran múltiples escalas temporales y espaciales, contemplan la multicausalidad y el multiefecto, el azar y la indeterminación como elementos clave. Hay pues, al abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje, una gran distancia entre la visión del alumnado y la visión experta. Un proceso en el que para incorporar la complejidad de la visión experta juegan un papel importante las preguntas que se formulan en el aula.

El conjunto de todo lo mencionado adquiere una especial relevancia en la formación del profesorado dada la incidencia que va a tener sobre el alumnado de la escuela obligatoria y la necesidad que tiene de disponer de herramientas que le ayuden a construir visiones científicas del mundo incorporando la complejidad. La investigación que se presenta parte de un trabajo realizado durante tres años con alumnado de tercer curso de magisterio de la especialidad de Educación Primaria y en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Durante el mismo se perseguía, al trabajar el tema de la alimentación, desarrollo y crecimiento humano, incorporar la perspectiva de la complejidad diseñando y aplicando una unidad didáctica utilizando lo que hemos denominado “**preguntas mediadoras**”; y, así mismo, lograr que los futuros maestros fueran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en el diseño de una unidad didáctica aplicable al aula de educación primaria obligatoria. En este contexto, los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- Aportar nuevos elementos en la reflexión sobre las características que deben poseer las preguntas para favorecer el desarrollo de modelos explicativos complejos por parte del alumnado.
- Diseñar una actividad de enseñanza-aprendizaje tomando como eje central una pregunta con las características definidas.

- Detectar algunas de las dificultades que muestran los futuros profesores al plantear sus unidades didácticas a partir de este tipo de preguntas.

## MARCO TEÓRICO

Realizar preguntas es una actividad vinculada a las diferentes disciplinas de conocimiento y de forma genérica a la actividad docente. El marco de esta investigación se fundamenta en tres aspectos: a) el interés por conocer las características de las preguntas que promueven la producción del conocimiento, b) una determinada visión del proceso de enseñanza aprendizaje basado en la evolución de los modelos explicativos de los alumnos, c) la incorporación de los principios del paradigma de la complejidad en la ciencia escolar.

- a) El papel que tienen las preguntas en la construcción del conocimiento científico está ampliamente reconocido. Sin embargo, en general, se obvia su importancia en las aulas. El análisis de las cuestiones planteadas en los libros de texto o de las que se promueven en el aula muestra que, a menudo, no son significativas ni para el alumnado ni desde la perspectiva científica (Amos, 2002, Rop, 2002). Una prueba de ello es que en muchas ocasiones las respuestas suelen ser reproductivas. El alumnado las puede resolver reproduciendo casi literalmente el discurso del libro de texto o de la explicación del profesorado.
- b) El proceso de aprendizaje de la ciencia puede entenderse como un proceso de construcción en el que los modelos de los alumnos van modificándose a partir de nuevas experiencias, nuevas informaciones, y sobretodo de hablar y pensar sobre ellas. Para ello es necesario encontrar una manera continuada de establecer relaciones que ayuden al alumnado a aproximar su punto de vista a los modelos de una ciencia. La formulación de “buenas preguntas” por parte de los docentes constituye un recurso para estimular este proceso.
- c) La incorporación de la perspectiva de la complejidad a la ciencia escolar (Izquierdo, M. *et al*, 2004) obliga a plantear nuevos temas, hechos y modelos científicos a trabajar con el alumnado, derivados de concebir los fenómenos como sistemas complejos, y nuevos énfasis en la necesidad de establecer puentes con disciplinas diferentes y sus correspondientes modelos interpretativos. Paralelamente, introduce nuevas dimensiones en la forma de imaginar la construcción del pensamiento científico del alumnado orientándolo hacia un pensamiento complejo en interacción con el lenguaje necesario para expresarlo y conformarlo. Imaginar la ciencia escolar desde la complejidad obliga también a recuperar la acción sobre el medio y darle un enfoque más estratégico, animando, a recuperar el papel de las emociones como elemento central en el proceso de construcción de conocimiento científico.

## DESARROLLO DEL TEMA

En una primera fase nuestro estudio caracterizó que aspectos complementarios debía poseer una pregunta productiva que incorporase la perspectiva dinámica de los sistemas, la visión dialógica y la hologramática, aportada por el paradigma de la complejidad. Diversos estudios (Roca, 200, Márquez, Roca & Via, 2003) han mostrado que para plantear preguntas productivas, en contraposición de las reproductivas, hay que tener en cuenta tres aspectos. En primer lugar, la pregunta debe estar *contextualizada*, es decir contener indicadores implícitos o explícitos que definan el contexto y que definan claramente el motivo y el interlocutor de la pregunta. En segundo lugar, una pregunta debe *dar indicios* del nivel escalar al que se pide la respuesta, situando el marco teórico de referencia. En tercer lugar, la pregunta debe estar planteada de manera *coherente* con lo que se quiere preguntar; ello supone la necesidad, previa negociación, de reconocer como distintos el significado de los verbos explicar, razonar, describir, comparar, justificar, demostrar o argumentar.

Partiendo de las características de una buena pregunta, se definió el concepto de “**pregunta mediadora**” describiendo su carácter dinámico, focalizador, escalar y, a la vez, generador de subpreguntas.

- *Carácter dinámico*: Las preguntas mediadoras favorecen la visión dinámica de los fenómenos objeto de estudio. Plantean de manera explícita la interacción entre el sistema y su ambiente (dentro-fuera), considerar la regulación del mismo (orden-desorden), y su orientación temporal (estabilidad-cambio). Al provocar una mirada dinámica del sistema la pregunta mediadora aporta la perspectiva de proceso irreversible en el que el azar y la indeterminación tienen un papel relevante.
- *Carácter focalizador*: Los fenómenos del mundo pueden ser abordados desde multitud de miradas y se hace importante la necesidad de establecer un diálogo entre ellas. La pregunta mediadora debe posibilitar y favorecer que el alumnado sea consciente que en la respuesta se integran diversas disciplinas. Por ello debe partir de la contextualización del fenómeno global para situarse en una disciplina, en una mirada concreta o modelo desde el que abordar el fenómeno objeto de estudio, para una vez elaborada una respuesta disciplinar retornar a la mirada global.
- *Carácter escalar*: Para poder explicar un sistema desde una perspectiva compleja es necesario contemplar la integración multiescalar. Ello significa que tomado como referencia un determinado nivel de organización de la materia su explicación requiere poner en contacto niveles escalares superiores (macros) e inferiores (micros). Las preguntas mediadoras ayudan a tomar conciencia de la escala o nivel de partida en el que se sitúa el problema y a establecer relaciones con los niveles inferiores y superiores del fenómeno de estudio.
- *Carácter generador de subpreguntas*: Las preguntas mediadoras, lejos de ser estáticas, evolucionan en la medida que lo hacen los modelos explicativos que se van construyendo al responderlas. Así mismo, generan nuevas preguntas que resaltan nuevos elementos y nuevas relaciones entre los mismos y que van reflejando la complejidad del sistema objeto de estudio. El proceso de elaboración de respuestas creado por una pregunta mediadora conlleva la formulación de una red de subpreguntas centradas en un nivel escalar (macro, meso o micro) que van orientando y reformulando las respuestas elaboradas por el alumnado.

La segunda fase de la investigación consistió en diseñar una actividad de enseñanza-aprendizaje en relación al desarrollo y crecimiento humano tomando como eje central una pregunta mediadora, entorno a la temática “alimentación, desarrollo y crecimiento humano”. Inicialmente se animó al alumnado a expresar espontáneamente sus ideas entorno a ello (“*hay comidas como las lentejas que hacen crecer más*”, “*para crecer es necesario tomar leche y calcio*”,...). Las ideas expresadas se recogieron y analizaron en clase desde la perspectiva de la interacción entre el sistema individuo y el ambiente, viendo que siempre se establecía una relación entre ambos. Esta nueva manera de mirar (individuo –medio) permitió ver que en la relación alimentación – crecimiento deben considerarse, por un lado, el “dentro” o las características del organismo humano (“*disponemos de mecanismos específicos que nos permiten captar materia y energía del medio*”) y, por otro, el “fuera” o las características del medio (“*disponemos de muchos alimentos gracias a la existencia en el medio de un ciclo de materiales y de un flujo de energía*”). Desde esta perspectiva está fácilmente justificada la importancia de una pregunta mediadora que relacione ambos aspectos. En nuestro caso se acordó la pregunta: “*¿Qué sucede dentro de tu cuerpo para que el calcio de la leche ayude a su crecimiento?*”. Una pregunta a partir de la cual se inició un proceso de modelización entorno al crecimiento y desarrollo humano. En el aula, la formulación y aceptación colectiva de dicha pregunta mediadora generó un sin fin de subpreguntas asociadas a ella (“*¿Dónde está el calcio dentro del hueso?*”, “*¿Cómo crece un hueso?*”, “*¿Qué alimentos tienen calcio?*”,...). Subpreguntas, que así mismo, son un claro reflejo de la anticipación de la acción, en cuanto ayudan a representarse aquello que será necesario saber, hacer y hablar para llegar a contestar la pregunta inicial. En el cuadro de la figura 1 se muestran los aspectos presentes en el planteamiento de la pregunta mediadora tomada para diseñar la unidad didáctica.

La tercera fase de la investigación se centró en analizar las preguntas mediadoras propuestas por los futuros maestros para diseñar sus unidades de programación para las aulas de primaria. Para ello, una vez construida la pregunta mediadora y trabajados en clase los aspectos derivados de las subpreguntas a ella asociada, se propuso a los alumnos que plantearan una secuencia de enseñanza-aprendizaje, partiendo de una

pregunta mediadora y sus subpreguntas asociadas, y dieran respuesta a las mismas. Las preguntas elaboradas por el alumnado en sus trabajos han sido el objeto de análisis de esta investigación. Se analizaron las propuestas de preguntas creando categorías de análisis en función de las características que definen el modelo ser vivo desde la perspectiva compleja: teoría de sistemas, multicausalidad y multifecto, azar e indeterminación e irreversibilidad.

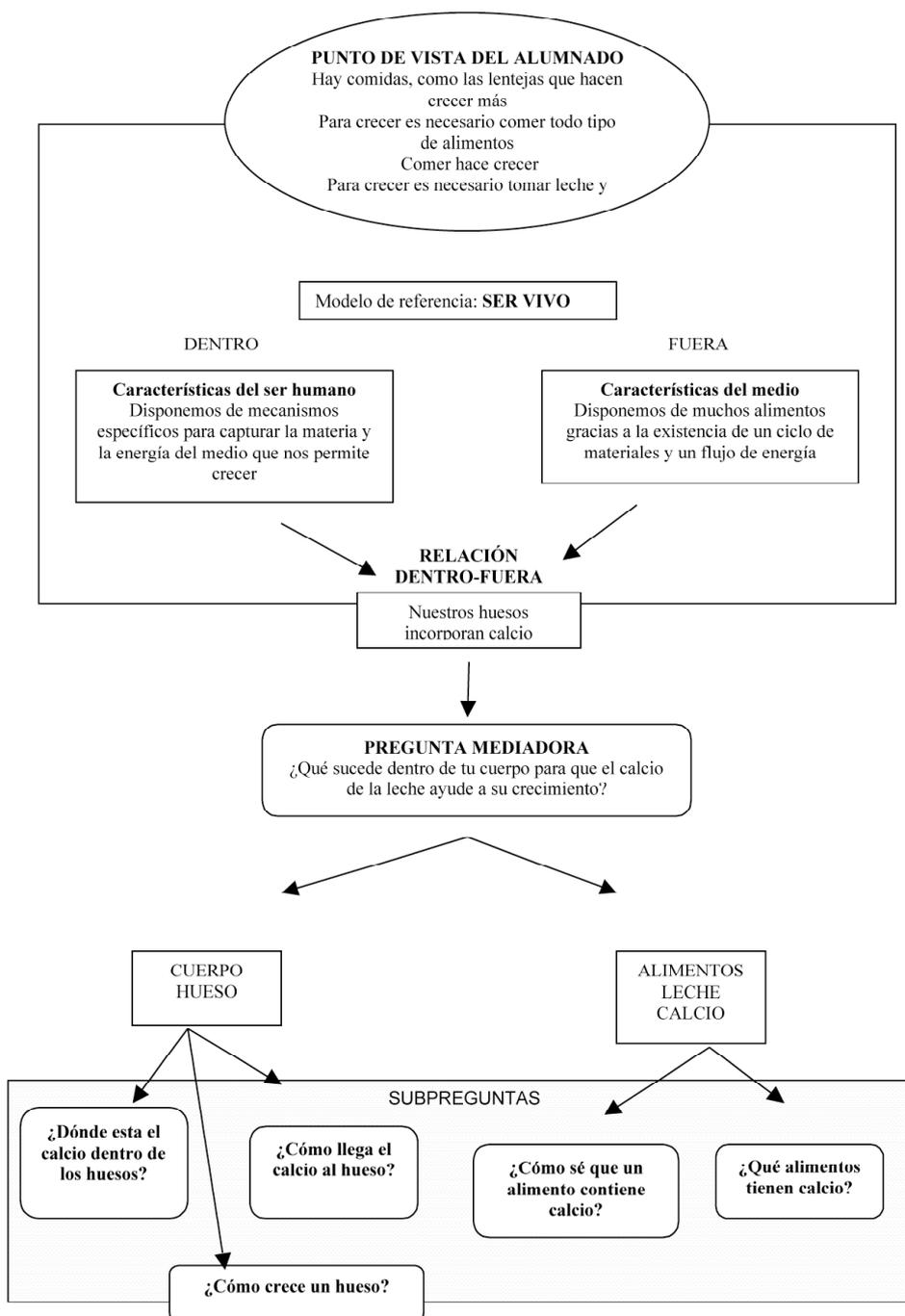


FIGURA 1

## CONCLUSIONES

En relación a las características de las preguntas mediadoras:

- La definición de una pregunta mediadora como una pregunta dialógica, focalizadora, escalar y generadora de subpreguntas constituye un avance en la definición de las características de una buena pregunta.
- Las características de las preguntas mediadoras constituyen una herramienta para facilitar una aproximación a la construcción de modelos explicativos complejos en el aula.

En relación al diseño de actividades de enseñanza- aprendizaje tomando como eje central una pregunta mediadora.

- Partir de una pregunta mediadora para diseñar una actividad didáctica permite hacer visible al futuro profesorado la relación, en el caso de la temática tomada, entre individuo y medio.
- La introducción de la pregunta mediadora en el diseño de la unidad didáctica facilita al futuro profesorado realizar una transposición cuando diseña actividades para el aula de educación obligatoria.

En relación al análisis de las preguntas elaboradas por el alumnado en sus propuestas ha permitido ver que:

- La formulación de preguntas mediadoras promueve un mejor nivel de explicación de los fenómenos por parte de los alumnos dado que los hace conscientes que para dar respuesta a la misma deben establecer relaciones entre los niveles sistémicos inferiores y/o superiores vinculados del fenómeno.
- Pese a que las preguntas mediadoras en sí mismas conllevan tener presente la multicausalidad y el multiefecto presente en los fenómenos, la tendencia de los estudiantes es considerar causas únicas.
- Incorporar la presencia del azar en el estudio de los fenómenos es algo que el alumnado suele obviar.
- El carácter focalizador de las preguntas mediadoras impide que el alumnado responda mecánicamente apelando tan sólo a sus modelos más inmediatos.

En resumen, puede decirse que las preguntas mediadoras constituyen una herramienta útil para abordar en las aulas los fenómenos del mundo desde la perspectiva de la complejidad. Algo que resulta clave para el avance en la construcción de una manera de pensar y de actuar en el mundo que permita construir dinámicas más justas y sostenibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMOS, S. (2002). Teachers' questions in the science classroom. En Amos, S. & Booham, R. (eds.). *Aspects of teaching secondary science. perspectives on practice*. London: Routledge.
- BONIL, J., SANMARTÍ, N., TOMAS, C., PUJOL, RM (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad, *Investigación en la Escuela: Complejidad y Educación* 53 pp. 5-19.
- MÁRQUEZ, C; ROCA, M. & VIA, A. (2003). Plantejar bones preguntes: El punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit. En Sanmartí, N. (coord.). *Aprendre Ciències tot aprenent a escriure ciències*. Barcelona: Ed.62.
- MÁRQUEZ, C; ROCA, M; GÓMEZ, A; SARDÀ, A; PUJOL, RM. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela*, 53, p. 71-81.
- PUJOL, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- ROP, CH.J. (2002). The meaning of students inquiry questions: a teacher's beliefs and responses. *International Journal of Science Education*, 24, 7, 717-736.