

El aula es un espacio de diálogo entre diversidad de formas de ver, pensar y hablar sobre el mundo en el que los participantes ponen en juego los distintos modelos construidos a lo largo de su vida, tanto escolar como extraescolar. Al abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje existe una gran distancia entre la visión del alumnado y la visión experta. En este artículo se plantea promover la evolución de los modelos explicativos iniciales del alumnado hacia modelos explicativos que incorporan la complejidad, a partir de lo que se han denominado *preguntas mediadoras*. Se definen sus características y se ejemplarizan dos casos prácticos.

La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras*

pp. 71-81

C. Márquez; M. Roca;
A. Gómez; A. Sardá y R. M. Pujol

Universidad Autónoma de Barcelona

Introducción

El aula es un espacio de diálogo entre diversidad de formas de ver, pensar y hablar sobre el mundo. En ella los participantes ponen en juego los distintos modelos construidos a lo largo de su vida, tanto escolar como extraescolar. En general, los modelos explicativos del alumnado suelen ser estáticos, aislados, se basan en la causalidad lineal y son muy deterministas. En contraposición, los modelos explicativos desde la ciencia son complejos puesto que son sistémicos, dinámicos, consideran múltiples escalas, relaciones en el espacio y en el tiempo, y presentan 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.

La propuesta que se expone plantea promover la evolución de los modelos explicativos iniciales del alumnado hacia modelos explicativos que incorporan la complejidad, a partir de lo que se han denominado *preguntas mediadoras*. Se definen sus características y se ejemplarizan dos casos prácticos.

La importancia de las preguntas en la construcción del conocimiento

La capacidad humana para preguntarse sobre cualquier fenómeno es la base de la cultura en todas sus manifestaciones. En la ciencia también, puesto que las grandes aportaciones científicas han surgido a partir de la formulación de una buena pregunta.

Para la ciencia, las preguntas significativas son aquellas que surgen del diálogo entre la teo-

* Este artículo ha sido elaborado en el marco del grupo Complex del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Dicho grupo está financiado por el MCYT-BSO2001-2488-CD2-01. El grupo está constituido por Bonil, J.; Calafell, G.; Fonolleda, M.; Gómez, A.; Guilera, M.; Izquierdo, M.; Márquez, C.; Espinet, M.; Roca, M.; Sanmartí, N.; Sardá, A.; Tarín, R. M.; Tomás, C. y Pujol, R. M. (coord).

ría y la observación de los fenómenos, que posibilita establecer diferencias, refutar, sustituir o ampliar el alcance de las explicaciones científicas. A lo largo de la historia se ha demostrado la dificultad de plantear preguntas relevantes para el progreso científico, dado que el proceso de observación y explicación de una nueva situación se hace siempre bajo el paradigma vigente en cada momento. La ciencia avanza a medida que va dando nuevas respuestas a las nuevas preguntas que se van generando y que reformulan o crean nuevos modelos explicativos. De igual modo, las preguntas y la actividad de búsqueda de respuestas en las aulas favorece la evolución de los modelos explicativos iniciales del alumnado hacia los modelos explicativos de la ciencia.

Uno de los objetivos de la clase de ciencias es la explicación de los fenómenos que se observan. Para que el alumnado tenga la necesidad de explicar debe tener dudas o formularse preguntas. Pero no siempre las preguntas que se generan en el aula promueven la necesidad de buscar buenas respuestas, puesto que en algunas ocasiones son inabordables, obvias, arbitrarias, ambiguas... Este hecho plantea la necesidad de reflexionar sobre la función y las características de las preguntas didácticas.

Una buena pregunta es el primer paso hacia una buena respuesta, está pues asociada a una inquietud, una curiosidad, una cuestión o un problema que requiere una solución. Una buena pregunta es estimulante e invita a hacer una nueva observación, un nuevo experimento, una nueva comprobación o una búsqueda de información. Una buena pregunta conduce a establecer relaciones entre aquello que es conocido y la cuestión que se plantea. En resumen, puede decirse que una buena pregunta promueve que el alumnado no se limite a *reproducir* una respuesta, sino que mire, piense y actúe para *construir* una buena respuesta.

Las buenas preguntas en el aula

Está ampliamente reconocido el papel que tienen las preguntas en la construcción del conocimiento científico. 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. 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.

Dada la importancia que deberían tener las preguntas en el aula no pueden improvisarse. De ellas depende que el alumnado active de manera creativa e inédita sus conocimientos para elaborar respuestas productivas. En anteriores estudios (Roca, 2001) se ha demostrado que para plantear o diseñar preguntas productivas hay que tener en cuenta aspectos tales como el contexto de la pregunta, el nivel escalar en el que se plantea o los modelos a los que hace referencia. Algo que conlleva la necesaria coherencia entre la forma de la pregunta y el objetivo que se pretende (Márquez, Roca y Vía, 2003).

Toda pregunta debe, en primer lugar, estar *contextualizada*, es decir contener indicadores implícitos o explícitos que definan el contexto; éste puede ser histórico, cotidiano, científico, fantástico, etc. siendo fundamental que se 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. A menudo se constata la poca coherencia que hay entre la respuesta que el profesorado espera y aquello que el alumnado manifiesta. Esta incoherencia no siempre es debida a la falta de conocimientos del alumnado sino al hecho que éste no identifica claramente la demanda que se le hace. Por ejemplo, la pregunta “¿Por qué es necesario vacunar a los niños pequeños?”, puede plantearse sin más, y un alumno puede responder “porque es obligatorio”; sin embargo, si se plantea que la demanda se resuelva incluyendo aspectos relacionados con la respuesta inmunitaria (antígenos, anticuerpos, memoria...), se facilita que el alumnado dé respuestas más relacionadas con lo que se ha planteado. 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.

Estas tres características deberían estar claramente manifiestas cuando se plantean preguntas para evaluar el proceso de aprendizaje del alumnado, por ejemplo a través de un examen, o en las preguntas que aparecen en los libros de textos y en las actividades de papel y lápiz que se les propone. En estas situaciones, a diferencia de las de aula, en las cuales la interacción, el contexto de la actividad y la guía del profesorado ayudan a comprender la demanda, el alumnado responde a partir de lo que autónomamente interpreta que se pregunta. Plantear al alumnado buenas preguntas le ayuda a elaborar mejores respuestas.

Este artículo pretende aportar nuevos elementos en la reflexión sobre las características de una buena pregunta. Como ya se ha indicado, las preguntas surgen de la observación de los fenómenos del mundo y, a su vez, la observación misma depende de las ideas y de las teorías, las cuales pueden condicionar o limitar la capacidad de preguntar. Dado que se pretende incorporar la complejidad en la ciencia que construye el alumnado, una forma de favorecerlo puede ser ayudarle a construir preguntas que, partiendo de la complejidad del fenómeno, favorezcan la construcción de respuestas complejas. Son preguntas que se han denominado preguntas mediadoras.

Las preguntas mediadoras y su significado

Uno de los objetivos principales de todo proceso de educación científica es favorecer la construcción de conocimiento, estableciendo un diálogo entre el punto de vista del que aprende y el punto de vista del experto. Para ello es necesario encontrar una manera continuada de establecer relaciones que ayuden al alumnado a aproximarse a los modelos de una

ciencia que ha incorporado la complejidad. En la presente propuesta se plantean las preguntas mediadoras como un elemento clave de este proceso. Éstas constituyen un puente entre ambos puntos de vista y se formulan con la finalidad de orientar el proceso de modelización del alumnado. Las preguntas mediadoras aportan a las características propias de una buena pregunta el hecho de incorporar la perspectiva dinámica de los sistemas, la dialógica y la hologramática, por ello han de ser dinámicas, focalizadoras y escalares.

a) Dinámicas

Las preguntas mediadoras deben favorecer la visión dinámica de los fenómenos objeto de estudio. Tienen, por consiguiente, que plantear de manera explícita la interacción entre el sistema (dentro) y su ambiente (fuera), considerar la regulación del mismo (orden-desorden), y su orientación temporal (estabilidad-cambio).

Preguntas del tipo, *¿cómo sé que soy yo mismo, si siempre estoy cambiando?*, sitúan al organismo humano como un sistema sometido constantemente a fluctuaciones del entorno, que le obligan a realizar procesos de transformación internos destinados a garantizar su continuidad. Permiten relacionar elementos propios del sistema, tales como el peso y altura, con elementos del ambiente (en el caso mencionado: los nutrientes aportados por la alimentación). Posibilitan poner el énfasis en los procesos al plantear la regulación presente en el sistema individuo. Abren la posibilidad de pensar en aquellos elementos del individuo que permanecen y le dan identidad individual y aquellos que cambian permitiendo su permanencia en el tiempo pese a las fluctuaciones del ambiente.

Al provocar una mirada dinámica del sistema la pregunta mediadora impide construir una visión predeterminada de un proceso con un final cerrado. Las explicaciones que comporta responderla ayudan a construir un modelo de ser vivo dinámico, en el que el crecimiento y el desarrollo se explican desde el diálogo entre los cambios y transformaciones in-

ternas y la forma en que éstas son condicionadas por el ambiente, a la vez, que condicionan al mismo.

b) Focalizadoras

Los fenómenos del mundo pueden ser abordados desde multitud de miradas y resulta de importancia establecer un diálogo entre ellas. Es un diálogo que no puede realizarse sino existe un conocimiento que aporte algún modelo explicativo del objeto de estudio. Un primer objetivo de la pregunta mediadora es el de posibilitar y favorecer que el alumnado se sitúe en una de las diversas disciplinas desde la cual puede abordarse el estudio del fenómeno. La pregunta mediadora 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.

Por ejemplo, la contaminación del agua en una zona concreta es un fenómeno complejo cuya solución óptima pasa por poner en juego respuestas a preguntas formuladas desde el ámbito de las ciencias sociales, las ciencias naturales, la tecnología,... El alumnado inicialmente debe ser consciente de la existencia de las distintas formas de mirar la contaminación y de la diversidad de aportaciones que deben manejarse en su resolución. Paralelamente debe reconocer que está en clase de ciencias y que desde ella puede conocer un conjunto de modelos que le ayuden a explicar parte del fenómeno. Formularse la pregunta *“¿cómo puede ser que me ponga enfermo bebiendo agua que parece limpia?”*, es una manera de situarse en el modelo ser vivo. La pregunta *“¿cómo se explica que una agua contaminada por residuos industriales pueda recuperar sus características iniciales?”* lleva a centrarse en el modelo cambio químico. La focalización en modelos científicos orienta unas determinadas actividades experimentales, de tipo de observación, de obtención de datos, de determinación de relaciones relevantes, que ayudan a la evolución de los modelos explicativos científicos del alumnado sobre la contaminación. A

partir de ellos, mediante preguntas relacionadas con la gestión o con la acción frente el fenómeno, puede ayudar a establecer conexiones con otros modelos aportados por otras disciplinas. Es a partir del diálogo con los otros modelos que se puede definir, desde el aula, una acción no reduccionista que ayude al alumnado a entender que en la visión de un fenómeno confluyen multitud de ópticas que se pueden considerar de forma simultánea.

c) Escalares

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 macros y micros. Las preguntas mediadoras deben facilitar la conexión entre las distintas escalas.

Preguntas del tipo *“¿cómo puede ser que las personas tomando el mismo rato de sol no se pongan igual de morenas?”*, permiten establecer una conexión entre una experiencia a nivel meso (organismo), como es exponer el cuerpo, la piel al sol y unos cambios que se producen a nivel micro (celular). Al mismo tiempo, es una pregunta que lleva a plantear aspectos relacionados entre las características genéticas y los cambios inducidos por el medio, y también los cambios que se dan en éste a lo largo del tiempo (*“¿cómo se explica que siendo la misma persona ahora el sol me queme más?”*).

Tomando otro ejemplo distinto la pregunta *“¿por qué al cocinar podemos preparar ricos postres glaseados, mientras que en la comida salada nunca derretimos la sal?”* invita a investigar el distinto comportamiento de la sal y el azúcar al calentarse. Ambas sustancias desde la visión meso del alumnado son similares, pero explicar su diferente comportamiento conlleva situarse a nivel micro y hablar de la intensidad de la fuerza de enlace de las partículas que las constituyen. Es una pregunta centrada en el modelo cambio químico.

En ambos ejemplos se pone de manifiesto que las preguntas mediadoras tienen como ca-

racterística que, por un lado, ayudan a tomar conciencia de la escala o nivel de partida en el que se sitúa el problema y, por otro, para responderlas es preciso establecer relaciones con los niveles inferiores y superiores del fenómeno tomado.

Los fenómenos del mundo son muy diversos. Las preguntas mediadoras que pueden plantearse para su estudio son múltiples. Pero todas ellas pretenden que las explicaciones que generen pongan de relieve el dinamismo, el diálogo entre disciplinas y la necesaria interrelación de niveles escalares. A la vez todas ellas permiten ser abordadas de maneras distintas, posibilitando detectar regularidades y coincidencias que permitan generalizar modelos interpretativos de la realidad.

Su formulación facilita “tener en cuenta” la complejidad de los fenómenos, sus interacciones, regulaciones y procesos que con otro tipo de demandas podrían quedar excluidos. Dado que una de sus funciones es mediar entre las ideas de partida del alumnado y los modelos de la ciencia, deben formularse como un puente con una entrada y salida claras en un camino que se construye incorporando la complejidad. Para la construcción de este camino a continuación se ofrecen algunas reflexiones relativas a la regulación de la respuesta y su construcción mediante sub-preguntas.

La respuesta a las preguntas mediadoras

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 no es lineal. Conlleva la formulación de una red de sub-preguntas que van orientando las respuestas creadas. Por ejemplo, contestar a la pregunta “¿cómo te explicas que podamos encontrar fósiles marinos en la cima de una montaña?” con-

lleva plantear una cascada de sub-preguntas referidas a la composición de los fósiles, al proceso de su formación, a los cambios en las condiciones del ambiente y del paisaje en un tiempo geológico, a la presencia de componentes de azar e incertidumbre en su formación...

La búsqueda de respuestas a una pregunta mediadora invita, estimula y ayuda a replantear las observaciones realizadas o iniciar otras de nuevas, a diseñar un nuevo experimento o iniciar una nueva búsqueda de información que lo posibiliten. Promueve una dinámica de regulación y estimulación del proceso de modelización. En ella es importante incentivar el uso de estrategias de pensamiento que promueven razonamientos de tipo hipotético-deductivo, fomentando la formulación de hipótesis, de nuevas interpretaciones e incertidumbres. Por ejemplo, ante la observación del crecimiento de una oruga de seda al comer morera, preguntas del tipo “¿Cómo podríamos comprobar si la oruga de seda ha aumentado la misma masa que la que ha ingerido de morera?”, invitan a pensar nuevas hipótesis y diseñar nuevas observaciones que ofrezcan nuevos datos para construir una respuesta, generadora de una nueva pregunta: “¿Cómo te explicas que si la oruga ha comido cuarenta gramos de morera su peso solo haya aumentado en diez gramos?”.

En general, si bien el alumnado, y en muchos casos el profesorado, prefiere seguridad y certeza en el proceso que se establece al buscar respuestas a las preguntas mediadoras, es imprescindible considerar la presencia de la incertidumbre y del azar en las mismas como dimensiones propias de los fenómenos objeto de estudio. Ante preguntas del tipo “¿qué sucede dentro de un huevo de gallina para que lo que hay crezca y se convierta en pollito?”, es necesario manejar elementos de certeza relacionados con las condiciones ambientales y las características genéticas, pero también elementos inciertos (puede que pese a todo el pollito no nazca) y de azar (puede que no nazca por que una tormenta desconecte la luz de la incubadora).

Las respuestas a una pregunta mediadora han de capacitar al alumnado a transferir el co-

nocimiento generado a otras situaciones, es decir, a generalizar y aplicar conocimientos adquiridos. Los modelos construidos con las nuevas explicaciones deben poder servir para hacer predicciones, aplicarse en situaciones parecidas y ser útiles para tomar decisiones coherentes. Es un proceso de transferencia que conduce, ante la necesidad y la emoción de querer saber más, a la formulación de nuevas preguntas.

Formulación de una pregunta mediadora en el tema del crecimiento y el desarrollo humano

Para formular una pregunta mediadora es necesario escoger un aspecto concreto de la temática objeto de estudio. Presentamos como ejemplo el trabajo realizado con alumnado de magisterio especialidad Educación Primaria. En concreto en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales de tercer curso. En este caso se optó por trabajar los aspectos del crecimiento humano relacionados con la nutrición y, más específicamente, los relativos a la alimentación, dado que fue uno de los aspectos que generaron más interés entre los estudiantes. Paralelamente, era una cuestión importante desde la perspectiva científica y, así mismo, ofrecía la posibilidad de conectar con los contenidos del currículum y con el proyecto curricular de centro.

Para formular la pregunta mediadora se centró la atención en la interacción entre el sistema individuo humano y su ambiente. Para ello inicialmente se recogió las ideas expresadas por el alumnado (*"hay comidas como las lentejas que hacen crecer más"*, *"para crecer es necesario tomar leche y calcio"*,...). Éstas se analizaron conjuntamente viendo que siempre establecían una relación entre el dentro y el fuera del organismo. En un segundo momento, se planteó el hecho de que en la relación alimentación – crecimiento pueden considerarse, por un lado, las características del organismo humano (*"disponemos de mecanismos específicos*

que nos permiten captar materia y energía del medio") y 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"*). Tras ello se planteó una pregunta mediadora *"¿qué sucede dentro de tu cuerpo para que el calcio de la leche ayude a su crecimiento?"*, iniciándose un proceso de modelización entorno al crecimiento y desarrollo humano. Evidentemente se podrían haber planteado muchas otras preguntas, pero independientemente de ello, el valor de la propuesta es que permite justificar la elección de una pregunta en concreto y mostrar una coherencia en el planteamiento del tema objeto de estudio. En el cuadro de la figura 1 se muestran los aspectos presentes en el planteamiento de la pregunta mediadora.

En el aula, la formulación y aceptación colectiva de la pregunta mediadora generó un sin fin de sub-preguntas asociadas a ella, tal y como puede verse en el cuadro de la figura 2 (*"¿Dónde está el calcio dentro del hueso?"*, *"¿Cómo crece un hueso?"*, *"¿Cómo llega el calcio al hueso?"*, *"¿Qué alimentos tienen calcio?"*, *"¿Cómo sabemos que alimentos tienen calcio?"*,...). Sub-preguntas, 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.

Formulación de una pregunta mediadora en el tema de los seres vivos y las perturbaciones ambientales

Habitualmente, se suele pensar en las perturbaciones ambientales como sucesos aislados y estocásticos que distorsionan el funcionamiento normal de los sistemas, sin embargo, son parte del funcionamiento normal de los sistemas (Terradas, 2001). Ello comporta entender que los seres vivos y los ecosistemas tienen capacidad de dar respuesta a las perturbaciones dentro de ciertos límites.

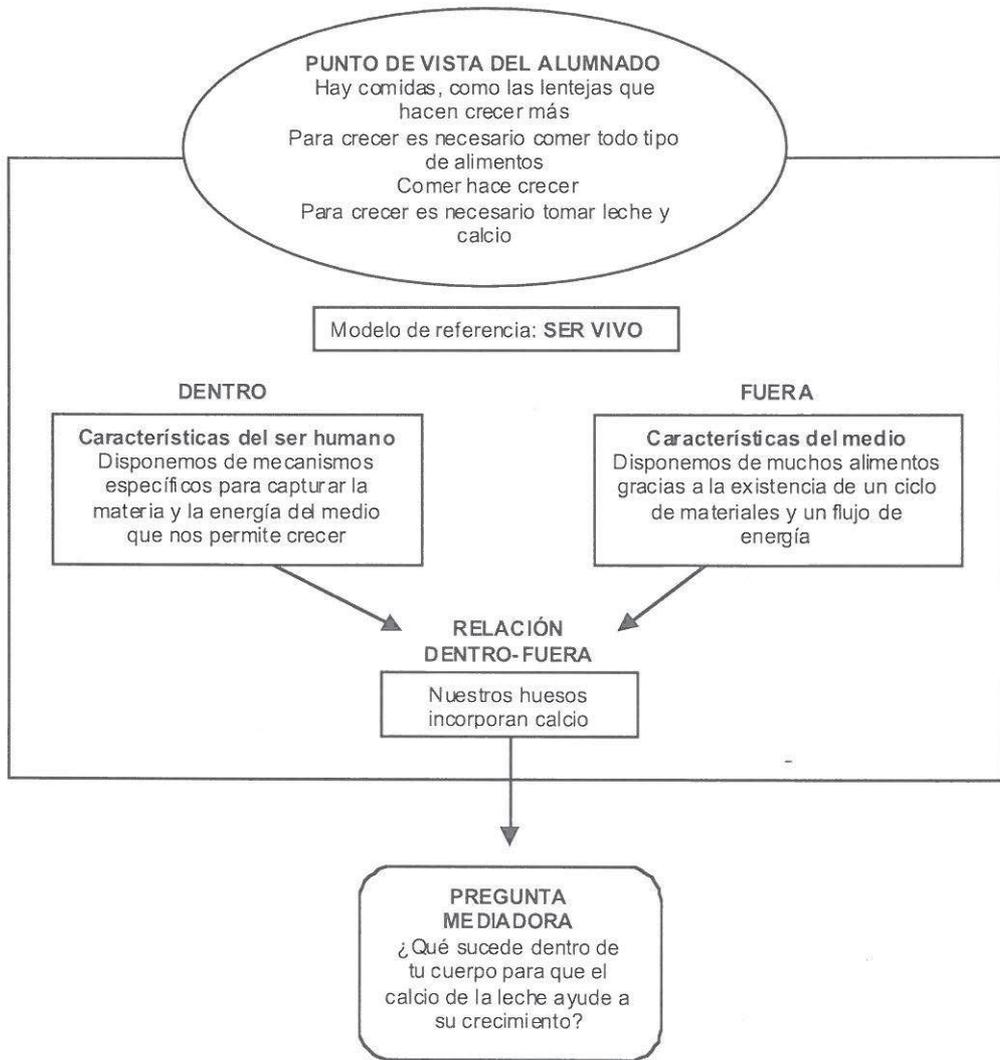


Figura 1. Aspectos considerados en la formulación de la pregunta mediadora para abordar el tema del crecimiento y desarrollo humano.

En el ejemplo que se describe, dado que el contexto era la escuela primaria, se tomó como objeto de estudio los seres vivos, entendidos como organismos que conforman poblaciones en un bosque mediterráneo durante y después de un incendio forestal. Trabajar tomando los incendios forestales como una perturbación en los bosques Mediterráneos conecta con los intereses de los escolares, es una problemática social relevante en la zona, y permite trabajar un modelo científico significativo.

La pregunta mediadora generada en el estudio “¿Qué pasa con los seres vivos que viven en el bosque Mediterráneo antes y después de un incendio forestal?”, es una pregunta que incorporaba la perspectiva dinámica y la escalar. Se muestra en el cuadro de la figura 3.

La perspectiva dinámica estaba presente en cuanto que la pregunta mediadora planteaba la interacción “dentro-fuera” de los organismos en el bosque. Centrabá la atención en la interacción entre la magnitud espacio-temporal de la

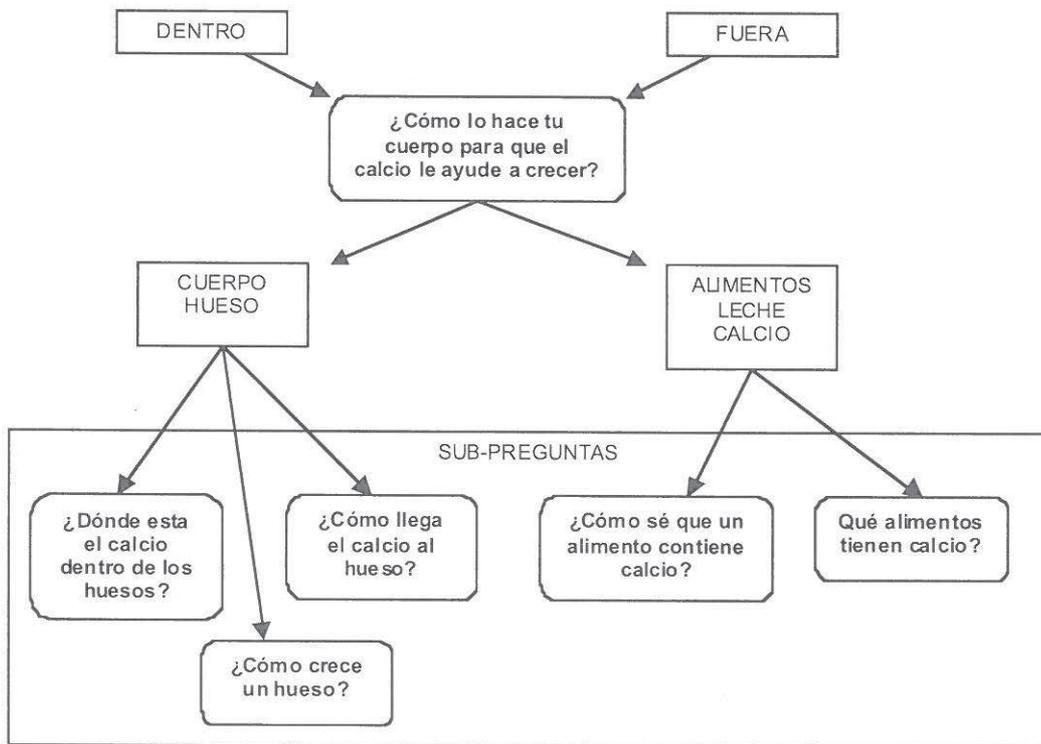


Figura 2. Sub-preguntas generadas en el aula a partir de la pregunta mediadora inicial.

78

perturbación incendio, las condiciones ambientales que genera y la capacidad de respuesta a corto, mediano y largo plazo, del sistema objeto de estudio (los seres vivos).

La perspectiva escalar quedaba introducida por la pregunta, al situar el fenómeno de estudio en el nivel meso (los seres vivos como organismos) y establecer un juego continuado entre el nivel micro (¿qué sucede dentro de los seres vivos?) y el nivel macro (¿qué condiciones se encuentran en el medio con o sin incendio?), para construir el concepto de nutrición, relación y reproducción. De esta manera, lo que sucede en el nivel meso de los seres vivos podía ser explicado en relación a los mecanismos que tienen lugar a nivel micro y las condiciones ambientales (nivel macro) que se erigen en constricciones de los mecanismos.

En el aula, el seguimiento de lo que sucede con los seres vivos durante y después de un incendio forestal conllevó generar un conjunto de sub-preguntas. Éstas posibilitaron un proceso

de regulación en la construcción de la visión compleja del fenómeno por parte de los escolares. En el cuadro de la figura 4 se presentan algunas de las sub-preguntas más significativas que surgieron durante el desarrollo del tema y que fueron claves para ubicar la dimensión dinámica dentro-fuera.

Algunas conclusiones

Al plantear en el aula preguntas mediadoras como herramientas que posibilitan un mejor tratamiento de la complejidad de los fenómenos del mundo, es importante tener en cuenta aspectos tales como:

Aunque 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. Sin embargo, y dado que las preguntas mediadoras son *productivas*, al activar de

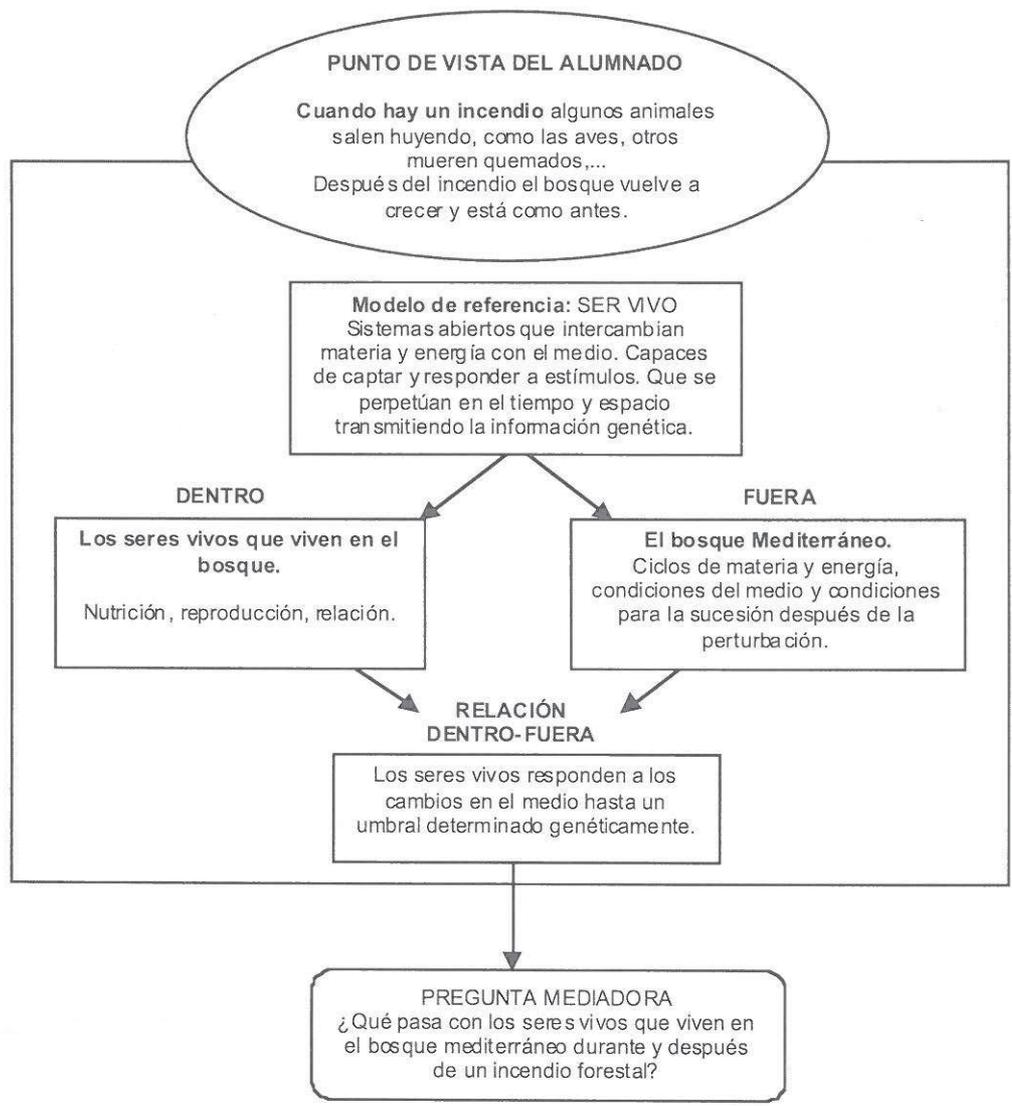


Figura 3. Generación de la pregunta mediadora, para el tema respuesta de los seres vivos a los cambios en el medio.

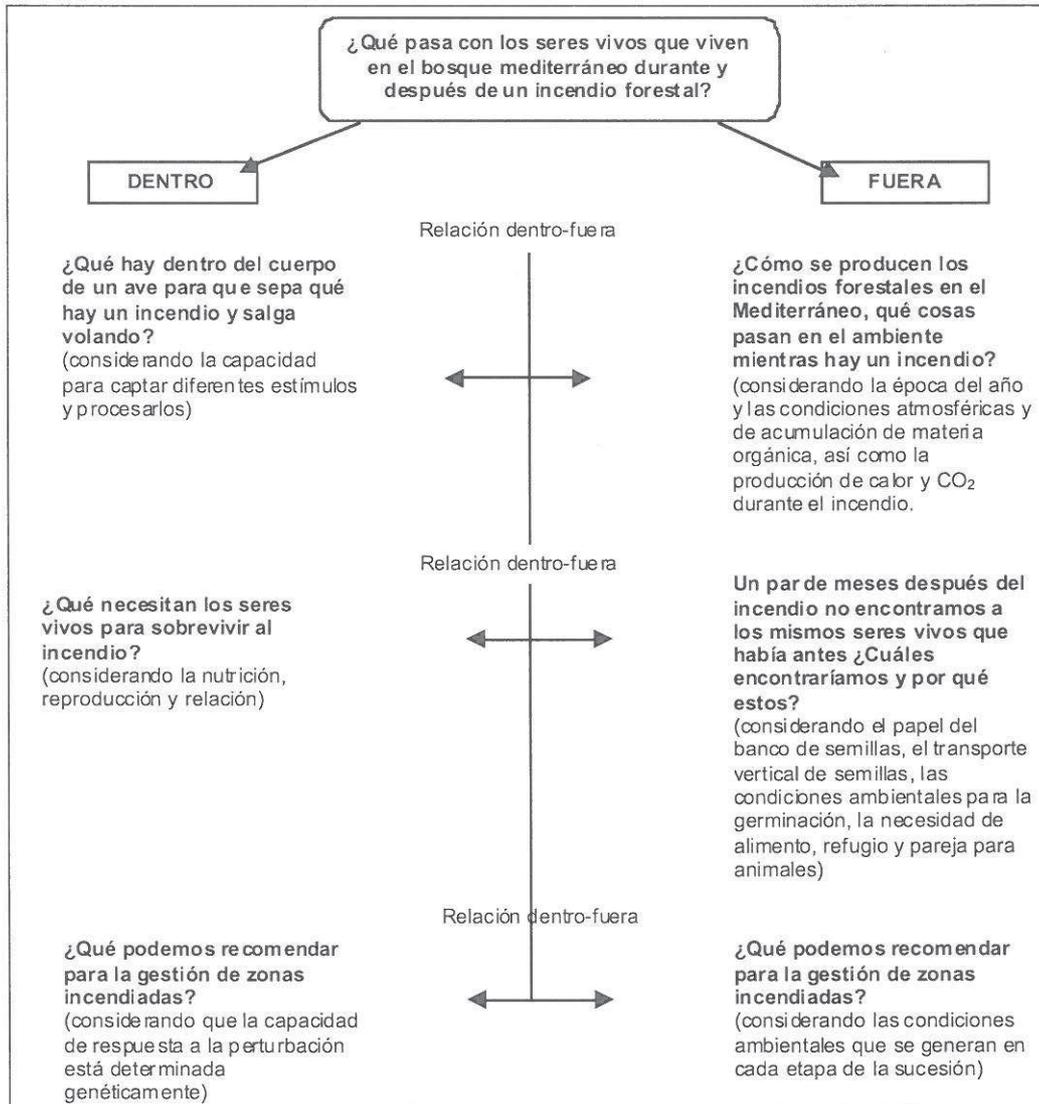
manera creativa, inédita y no reproductiva los propios conocimientos, la co-regulación de las respuestas por parte del alumnado resulta un medio eficaz para incorporar y no perder de vista la multicausalidad y el multifecto.

Incorporar la presencia del azar en el estudio de los fenómenos es algo que el alumnado suele obviar. Resulta efectivo proponerle preguntas específicas relacionadas con casos concretos. Plantear perturbaciones al simular situaciones específicas, estimula al alumnado a

especificar variaciones que pueden deberse al azar y ser determinantes para el desarrollo de la dinámica de los sistemas objeto de estudio.

Para situar la irreversibilidad de los procesos es útil incluir un hilo temporal en las respuestas generadas por el alumnado de forma que se visualice la direccionalidad de los procesos y su irreversibilidad.

La formulación de preguntas mediadoras promueve un mejor nivel de explicación de los fenómenos por parte de los alumnos al hacer-



[80]

Figura 4. Regulación de la pregunta mediadora, relativa a la respuesta de los seres vivos a los cambios en el medio cuando ocurre un incendio forestal, a través de sub-preguntas e indicios de respuesta.

los conscientes que para dar respuesta a la pregunta deben establecer relaciones entre los niveles inferiores y/o superiores del fenómeno.

El carácter focalizador de las preguntas mediadoras impide que el alumnado responda mecánicamente apelando tan sólo a sus modelos más inmediatos. Con su formulación necesariamente incorpora distintas referencias en la construcción de la explicación construyendo respuestas no reduccionistas.

En resumen, puede decirse que las preguntas mediadoras constituyen una herramienta de gran interés para abordar en las aulas los fenómenos del mundo desde la perspectiva de la complejidad. Algo que resulta clave para que el alumnado avance en la construcción de una manera de pensar y de actuar en el mundo que permita construir dinámicas más justas y sostenibles. El reto se constituye en el diseño de buenas preguntas que respondan a los criterios que se han presentado.

REFERENCIAS

- ABRANDT DAHLGREN, M. (2001). Questioning to learn and learning to question. *Higher Education*, 41:263-282
- ALSOP, S; GOULD, G; y WATTS, M. (2002). The role of pupils' questions in learning science. En Amos, S. y Booham, R. (eds.). *Aspects of teaching secondary science: perspectives on practice*. London: Routledge.
- AMOS, S. (2002). Teacher's questions in the science classroom. En Amos, S. y Booham, R. (eds.). *Aspects of teaching secondary science: perspectives on practice*. London: Routledge.
- CAR, D. (2002). The art of asking questions in the teaching of science. En Amos, S y Booham, R. (eds.). *Aspects of teaching secondary science: perspectives on practice*. London: Routledge.
- ELSTGEEEST, (2001). The right question at the right time. En Harlem, W. (ed.). *Primary science: Taking the plunge*, London: Heinmann Educational Books.
- MÁRQUEZ, C; ROCA, M. y 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.
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- ROCA, M. (2001). *Com intervenen els exercicis o activitats dels llibres de text en el procés de construcció del coneixement científic?*. Trabajo de investigación realizado en el Marco del programa de Doctorado de Didáctica de les Ciències i la Matemàtica. Documento interno UAB.
- 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.

SUMMARY

The classroom provides a scenario for an authentic dialogue between different ways of seeing, thinking and talking about the world. This dialogue allows for the participants to deploy different models which have been constructed throughout their lives, both within and outside of the school. There is an enormous distance between the approach to the process of teaching and learning from the student's perspective and that of the expert. This article promotes the evolution of students' initial explanatory models towards models which incorporate more complexity, accomplished through what has been called "preguntas mediadoras" (scaffolding questions). The characteristics of these questions are defined and exemplified by two practical cases.

RÉSUMÉ

La classe est un espace de dialogue entre une diversité de façons de voir, de penser et de parler sur le monde où les participants mettent en jeu les différents modèles appris au long de leur vie, aussi bien scolaire qu'extrascolaire. Au moment d'aborder le processus d'enseignement et d'apprentissage il existe un grand fossé entre la vision des élèves et la vision de l'expert. Dans cet article on y aborde le fait de promouvoir l'évolution des modèles explicatifs initiaux des élèves vers des modèles explicatifs qui incorporent la complexité à travers de ce qu'on appelle questions médiatrices. On y définit ses caractéristiques et on illustre par deux cas pratiques.