

En este artículo se plantea y reflexiona alrededor de una propuesta para trabajar el cuerpo humano en la etapa de educación primaria. Bajo el marco del paradigma de la complejidad, se desarrolla una propuesta fundamentada en la necesidad de enfocar un proceso de enseñanza que considere la construcción del modelo de organismo vivo y la educación para la participación de la futura ciudadanía.

**PALABRAS CLAVE:** *Educación científica; Educación para la ciudadanía; Cuerpo humano; Educación primaria; Modelo de organismo vivo; Paradigma de la complejidad.*

## Avanzar en la alfabetización científica: Descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria

pp. 37-52

Rosa M. Pujol Vilallonga  
Josep Bonil Gargallo  
Conxita Márquez Bargalló

Universitat Autònoma de Barcelona\*

### Introducción

Uno de los temas clave en la etapa de educación primaria es el estudio del cuerpo humano. Un estudio que suele plantearse de forma sumativa, presentando sucesivamente los distintos aparatos, sistemas y funciones (Pujol, Márquez; 2005). Paralelamente, dada la edad de los escolares y la relación del tema con su vida, en bastantes ocasiones se plantean aspectos relativos a hábitos de salud, entendida en su sentido amplio.

Frente el planteamiento anterior se nos generan las mismas preguntas que en cualquier otra temática objeto de aprendizaje: ¿qué es lo que en realidad nos interesa que los

escolares aprendan?, ¿qué aprendizajes son significativos desde la perspectiva científica y cuáles son fundamentales desde una perspectiva de educación para la vida y para la ciudadanía?, ¿cómo plantear el estudio del cuerpo humano para que los escolares descubran el placer y las ventajas de ver e intervenir en el mundo con la perspectiva de las ciencias?.

Son preguntas que obligan a reflexionar sobre la mirada que la ciencia, los escolares y la sociedad hacen en relación al tema. Una forma de contemplar la realidad que pone de relieve que en las aulas de primaria el estudio del cuerpo humano no puede fundamentarse desde un modelo de ciencia estática y sin considerar aspectos de tipo emocional y so-

\* Grupo Cómplex. Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals.

✉ Artículo recibido el 6 de septiembre de 2006 y aceptado en noviembre de 2006.

cial. ¿Puede acaso plantearse la reproducción humana sin tener en cuenta la emoción y los desajustes asociados a los cambios propios de la edad, o sin considerar los aspectos culturales asociados a la sexualidad? ¿Sirve de algo hablar de alimentación sin referenciar el contexto social asociado al consumo de alimentos, las relaciones entre alimentación y medio ambiente o sin analizar la dimensión cultural de la dieta y los cambios asociados a la estructura familiar? ¿Es posible obviar los nuevos gustos y texturas de la extensa gama de alimentos envasados y precocinados que oferta el mercado y cómo ello afecta a nuestros hábitos?

En un mundo caracterizado por ser global, complejo, injusto socialmente e insostenible ecológicamente (Bonil et al., 2004; Pujol, 2002); en un mundo donde los medios de transporte acortan las distancias y en el que los medios de comunicación minimizan el tiempo, plantearse la alfabetización científica de la ciudadanía escolar conlleva cambios significativos en la manera de abordar el aprendizaje de las ciencias en las aulas. Son cambios que comportan priorizar una educación científica que ayude a cambiar la forma de sentir el mundo, la forma de pensar los fenómenos que en él acontecen y la forma de actuar en el mismo para transformarlo (Izquierdo et al., 2004). Una educación científica capaz de aportar elementos que ayuden a cambiar la visión de uno mismo, el tipo de relación entre las personas, así como la relación entre éstas y el medio ambiente.

En el marco descrito, situar el estudio del cuerpo humano en la etapa de primaria comporta alejarse de enfoques que priorizan un estudio aislado de cada una de sus partes, la no interconexión entre las funciones de nutrición, relación y reproducción y la desconexión con el ambiente exterior (Pujol, 2005). Son enfoques tradicionales que muestran un conocimiento científico estático, acumulativo, sin sentido para la propia ciencia y menos para la formación de la ciudadanía en la actual sociedad de la información.

¿Cómo plantear el estudio del cuerpo humano de forma que muestre la ciencia como

una actividad dinámica sujeta al cambio y por consiguiente abierta a la búsqueda de nuevos problemas y nuevas formas de explicar los fenómenos del mundo? ¿Cómo hacerlo para que dicho aprendizaje ofrezca herramientas para intervenir sobre uno mismo y sobre el medio?

En este quehacer, a nuestro entender, resulta esencial plantearse la importancia de un enfoque capaz de ir situando progresivamente elementos y variables para que los escolares vayan construyendo un modelo de organismo humano, que no es más que un modelo particular del modelo de ser vivo, con el que interpretar los fenómenos asociados al propio cuerpo. Un enfoque que además les permita vivir y crear contextos en los que sea posible aprender a expresar los propios argumentos, escuchar los de los demás, rebatirlos, formular nuevas preguntas y, mediante consenso, llegar a explicaciones más significativas; algo esencial para la construcción del conocimiento científico y para el aprendizaje de la vida democrática (Pujol, 2002).

Por todo ello, en este artículo se plantean dos apartados. En el primero, al hilo de una propuesta didáctica sobre el estudio del cuerpo humano, se van introduciendo elementos de reflexión relacionados con las opciones tomadas. En el segundo apartado se sitúan elementos indisociables al enfoque tomado, reflexionando sobre los mismos.

## Abordar el estudio del cuerpo humano

El cuerpo humano es mucho más que la suma de una cabeza, un corazón, un hígado y de todos y cada uno de los órganos que lo configuran. Lejos de verlo como una estructura estática, puede verse desde la perspectiva de una historia dinámica, sometida a nuevas emergencias. Una historia en la que una estructura dinámica intercambia constantemente materia, energía e información con el medio. Una historia en la que un conjunto de muchos actores interconectados establecen continuas relaciones dinámicas entre ellos y

entre sus actuaciones. Una historia en la que, como consecuencia de dichas interacciones, se dan un sinfín continuado de cambios sometidos a regulaciones diversas. Constituye una mirada del cuerpo humano que lo entiende como una organización dinámica, sometida a las posibilidades de desarrollarse en un ambiente en función de los límites que éste impone y de la información genética que posee (Terradas, 2006). Por ello, en la etapa de educación primaria, una posible forma de abordar su estudio es centrar el trabajo en la identificación de estructuras, la identificación de interacciones y la interpretación de cambios. A continuación se explican y reflexionan algunos ejemplos relacionados principalmente con el crecimiento.

### **Identificar estructuras**

Para que los escolares comprendan la vida como un juego de interacciones entre el ambiente exterior e interior, dinamizador de cambios y sujeto a regulaciones y al azar, el primer paso es que configuren la idea de que existe un *fuera* y un *dentro* del cuerpo. En el aula de primaria, dos cuestiones pueden ser de gran interés para ello: “¿cómo soy por fuera?”, “¿cómo pienso que soy por dentro y cómo soy en realidad?”. Resolverlas conjuntamente comporta ir identificando estructuras básicas del cuerpo y, a la vez, entrar en los conceptos de regularidad y variabilidad. Aspectos esenciales desde la perspectiva científica y también imprescindibles en el camino de aceptar a los demás por lo que son y no por lo que de ellos se pueda obtener.

Pensar en “¿cómo soy por fuera?”, conlleva identificar y describir las *estructuras externas* del propio cuerpo. Supone conversar en torno a cuales de ellas posibilitan la entrada de elementos del ambiente externo hacia el interior del cuerpo y la salida de elementos internos hacia el exterior. Implica discutir sobre cuáles de dichas estructuras pueden variar en función del medio y cuáles difícilmente pueden hacerlo. Supone identificar cuáles de ellas son comunes a todos los humanos y cuáles no.

Así, por ejemplo, los escolares pueden centrar la atención en las características de su pelo. Su observación y comparación les permite ver que es una característica común a todos los humanos y entenderlo como una regularidad que nos identifica como grupo. Constatar que no todas las personas tenemos el mismo tipo de pelo hace evidente la existencia de variabilidad dentro del grupo. Observar su diversidad de colores y texturas posibilita comprender que es una característica que depende de la información que cada persona tiene en su interior. Hablar de los cambios de color tras el verano o de los que se producen al aplicar un tinte, o de cómo el pelo se riza cuando la humedad es alta, abre el camino para pensar que color y textura son características que pueden variar en función del ambiente externo.

Sea cual sea la característica externa sobre las que se centre el debate, lo importante es que progresivamente los escolares puedan ir generalizando. Generalizar regularidades y variabilidades en las estructuras externas del cuerpo permite establecer comparaciones entre los individuos de la misma especie y, a la vez, con los de otras especies. Es algo que induce a reflexionar en torno a que una determinada característica no nos hace ni mejores ni peores, tan solo nos hace diferentes y con más o menos posibilidades de adaptarnos al entorno.

Abordar la cuestión “¿cómo pienso que soy por dentro y cómo soy en realidad?” conlleva adentrarse en la identificación de las *estructuras internas* del cuerpo para seguir viendo la existencia de regularidades y de variabilidad. Es una cuestión en la que necesariamente hay que situar a los escolares en situación de “*imaginar*” y representar lo imaginado. Un imaginar en el que los escolares ponen en juego múltiples informaciones anteriores y en el que el profesorado debe aprovechar las contradicciones o coincidencias expuestas para promover nuevas preguntas e hipótesis relacionadas con la anatomía humana.

En las aulas de primaria los dibujos constituyen una herramienta muy útil para representar las propias ideas sobre el objeto de estudio. Comparar las distintas representaciones

que se dan en un aula abre la posibilidad de contrastar y construir nuevos aprendizajes. Las contradicciones de las representaciones de los escolares son un ejemplo de las posibilidades que en el aula ofrece dicha comparación conjunta. Permiten, entre otras posibilidades, el planteamiento de cuestiones del tipo: *“Fijaros como tanto Raúl como Iván han dibujado los huesos de las manos y los de las piernas del mismo tamaño. Vamos a tocarnos las manos y las piernas. ¿En nuestro nuevo dibujo deberíamos dibujarlos de esta manera?”*; *“Vamos a pensar que ocurriría con nuestras manos si los huesos de su interior fueran del mismo tamaño que los de la pierna, ¿podríamos coger el lápiz como lo hacemos?”*,... Es a lo largo de la dinámica sucesiva de afirmaciones, contrastes y reformulaciones que se generan, cuando encuentran su lugar preguntas tradicionales del tipo *“¿cómo se llaman los huesos de la pierna?”*. Si bien este tipo de preguntas tienen su utilidad nunca deben ser las preguntas centrales de la actividad de aula. (Datos de aula: Puri Martínez, C.E.I.P. Fontemoura. Cambre, A Coruña.)

Las preguntas que marcan el hilo del aprendizaje deben activar de manera creativa los conocimientos que tienen los escolares, forzarles a dar respuestas inéditas, incentivarles la búsqueda de nuevos datos y la comprobación, ampliación y profundización de lo que afirman (Harlen, 2001; Márquez, Roca y Via, 2003). Siguiendo el hilo del ejemplo, preguntas del tipo: *“¿Qué nos ocurriría si los huesos de nuestras piernas estuviesen sueltos como los de muchos de vuestros dibujos?”*, *“¿Cómo imagináis que es por dentro un hueso de la pierna?”*; *“¿Qué piensas que ocurriría al chutar una pelota si los huesos de tu pierna fueran compactos?”*, *“¿Pienzas que por dentro los huesos de la pierna son iguales que los de la cabeza?”*; *“¿Qué dificultades tendríamos para escribir si nuestro pulgar tan solo pudiera moverse como el dedo meñique?”*; son, entre otras, ejemplos de preguntas que pueden ir marcando pautas para avanzar en el estudio de un aspecto concreto de la estructura interna del cuerpo humano.

En la dinámica de preguntas y controversias que se van generando en la situación plan-

teada es fundamental que las ideas que se van construyendo tengan una evolución en el tiempo. Por ello tras el *“imaginar”* es necesario establecer contextos de aula para que los escolares puedan avanzar hacia nuevas representaciones. Se trata de que vayan incorporando nuevas variables y nuevas interrelaciones a los modelos que van construyendo. Constituye un proceso de aprendizaje en el que resulta inevitable plantear actividades experimentales, de observación de órganos de animales, de construcción de maquetas, de juegos de simulación, etc.

Para ello, por ejemplo, pueden utilizar un juego de encaje de piezas para reproducir la unión de los huesos que han representado en sus dibujos, pensar en su eficacia y nuevas formas de unión. Así mismo, la observación directa de un hueso de ternera cortado verticalmente posibilita ver su estructura. Paralelamente, comparar el resultado de calcinar un hueso de ala de pollo y de introducir otro en vinagre facilita formular nuevas hipótesis sobre la composición de los huesos.

Es interesante el resultado de una experiencia realizada durante el proceso de discusión en torno a la composición de los huesos. Previamente, los escolares habían llegado al acuerdo de que los huesos de la pierna, por dentro, no podían ser compactos, dado que pesarían mucho y ello imposibilitaría acciones tan habituales como correr, jugar al fútbol, etc. Se planteaba pues conocer como era un hueso por dentro y de qué estaba hecho. La observación directa de un hueso de pollo fresco permitió ver que la sangre entra hacia el interior de los huesos y formular la hipótesis de que en el interior debe existir *“algo vivo”* que la necesita pero, a la vez, que el hueso debe ser algo compacto para poder soportar el peso del cuerpo. Los resultados obtenidos tras calcinar y poner en vinagre dos huesos abrieron un amplio campo de nuevas explicaciones y nuevas dudas en torno a su composición: *¿Cómo puede ser que un hueso sea tan distinto tras calcinarlo o tras ponerlo en vinagre?. ¿Cómo puede ser que en un caso sea tan frágil y en el otro tan flexible? ¿De qué debe estar hecho un hueso para que ello sea así?*

Es evidente que las experiencias en el aula constituyen una fuente de datos para generar nuevas explicaciones y preguntas. (Datos de aula: Mariona Trabal. CEIP Escola Orlandai, Barcelona.)

### **Identificar interacciones**

Pensar en el cuerpo humano como algo vivo comporta la imposibilidad de pensar que podemos vivir separados del ambiente. La vida humana, pese a depender del medio interno, también depende siempre del medio externo. El juego permanente de interacciones entre el cuerpo y el ambiente externo conlleva un conjunto de cambios sucesivos en su interior que posibilitan seguir o no con vida, de acuerdo con el propio programa genético. Paralelamente, el ambiente en el que se desarrolla la vida humana cambia de forma continua como fruto de dicha interacción.

Las características de los escolares de primaria condicionan que en dicha etapa se prioricen las *interacciones* entre el cuerpo y el medio externo. Para ello, en el aula, se puede partir de una cuestión tan simple como: “¿qué entra en mi cuerpo y qué sale del mismo?”. Cuestión asociada a la de “¿qué hay fuera de mi cuerpo?”.

Hablar sobre “¿qué hay fuera de mi cuerpo?” supone identificar que en el ambiente que nos rodea existe un sinfín de estímulos para la vida (sonidos, olores, vibraciones, ...), algunos de ellos esenciales (oxígeno del aire, agua, alimentos, ...). Supone también darse cuenta de que la capacidad humana para reconocer y utilizar dichos estímulos es restringida; algo que es esencial para superar un concepto antropocéntrico de la vida. Implica así mismo ver las limitaciones que el cuerpo humano tiene para captar muchos de dichos estímulos; aspecto que pone de relieve la relatividad de los estímulos, dado que no son percibidos de igual modo por todas las formas de vida. Paralelamente, conduce a ver que algunos de los elementos presentes en el medio, imprescindibles para la vida humana, tan solo están seleccionados y localizables en el espacio inmediato

para una minoría de los humanos; una apreciación esencial para aceptar el concepto de equidad.

Jugar al “*veo veo*”, al “*huelo huelo*”, al “*oigo oigo*”,..., es una manera fácil de que los escolares identifiquen múltiples estímulos del ambiente externo. Observar una hilera de hormigas, un pez en el acuario o un insecto palo en un terrario facilita identificar estímulos del ambiente que lo son para dichos animales pero no para nosotros (*¿acaso la paja estimula la ingesta en los humanos?*). Promover que los escolares generen una escala de sonidos (silencio, hablar en voz baja, en voz alta, cantar, chillar,...), para comparar los estímulos sonoros que pueden percibirse en los distintos casos, permite hablar de la existencia de estímulos escondidos pero importantes para la vida.

Plantear la pregunta “¿qué entra en mi cuerpo y qué sale del mismo?” sitúa el aprendizaje directamente en el reconocimiento de *interacciones* entre el propio cuerpo y el ambiente externo. Una posibilidad para que los escolares comiencen a reconocer dichas interacciones es iniciar un ejercicio conjunto en el que vayan diciendo cosas que entran y salen de su cuerpo. Al hacerlo, explicitan fácilmente que entra luz, comida, aire, líquidos, polvo, virus, ondas, sensaciones, calor, partículas (olor), etc. Así mismo, verbalizan que del cuerpo sale sudor, pipí, caca, pedos, palabras, lágrimas, saliva, peste, olor, mocos, cera, granos, sangre, cabellos, emociones, virus, bacterias, semen, óvulos, calor, humedad, movimiento, etc.

Tomar conciencia de las interacciones entre el cuerpo y el ambiente favorece avanzar hacia la construcción de un modelo de organismo humano y por consiguiente del modelo de ser vivo. Sin embargo, también facilita avanzar hacia la construcción de un modelo de persona, dado que abre las puertas a hablar de interacciones que no son estrictamente biológicas. Sucede cuando, por ejemplo, la atención se centra en el hecho de que en el organismo entran informaciones y salen opiniones, entran emociones y salen comportamientos, etc.

## Interpretar cambios

Todo aquello que sale de nuestro cuerpo es producto de un conjunto de *cambios* que tienen lugar en su interior, sujetos a mecanismos de *regulación* nerviosa y/o hormonal, cambios que pueden darse en espacios y tiempos muy distintos. En el proceso de aprendizaje del organismo humano, reconocidos los principales elementos que entran y salen del propio cuerpo, hay que abordar qué ocurre dentro del mismo para que lo que entra y sale sea tan distinto. Una posibilidad para centrar la atención en ello puede ser la pregunta: “¿qué ocurre dentro de mi cuerpo para que entre...y salga...?”. Cuestión que abre la puerta al estudio de las *funciones de nutrición, relación y reproducción*.

Las explicaciones de los escolares de primaria derivadas de la pregunta “¿qué ocurre dentro de mi cuerpo para que entre...y salga...?”, suelen ser muy simplistas y alejadas de las explicaciones de la ciencia. Si bien identifican fácilmente los elementos que entran y salen de su cuerpo, necesitan “*imaginar*” qué sucede en su interior para que las cosas entrantes se transformen en otras salientes totalmente distintas. Avanzar en este imaginar sobre las transformaciones que tienen lugar en el interior del cuerpo conlleva ayudarlos a pensar en distintos niveles de organización de la materia y en espacios y tiempos diferenciados, asociado todo ello a las transformaciones y regulaciones que tienen lugar.

Así, por ejemplo, pensar en las transformaciones asociadas a la relación entre alimentos y crecimiento, conlleva saltar del nivel macro (ingesta de alimentos), al nivel micro (cambios celulares), para situarse de nuevo en el nivel macro (crecimiento del propio cuerpo). Paralelamente, conlleva identificar la existencia de tiempos diferenciados (un antes, un ahora, un después). De igual manera, implica situar espacios distintos (existe un “aquí” situado en un determinado órgano y un “allá” situado en otro lugar, que a su vez puede ser un nivel de organización de la materia distinto).

La elección de una determinada relación entre algo entrante y algo saliente para inter-

pretarla estará en función de la programación que cada centro escolar tenga. Si se escogen interacciones del tipo “*entran alimentos y sale caca*” o “*entran alimentos y sale pipí*”, el trabajo estará estrechamente relacionado con la función de nutrición. Si la atención se fija en interacciones del tipo “*entra sonido o entra olor y sale movimiento*”, se estará priorizando la función de relación. Situar interacciones del tipo “*entra esperma y sale un bebé*” posibilitará plantear la función de reproducción.

Sea cual sea la opción escogida para profundizar en ella, no debe obviarse nunca la estrecha interconexión existente entre todas las funciones del cuerpo humano. En la construcción del modelo de organismo humano es fundamental un planteamiento que lo considere como un *todo* y por consiguiente que interconecte sus tres funciones básicas como un conjunto de cambios y regulaciones que posibilitan el mantenimiento de este todo, en definitiva de la vida. Situar cualquier aprendizaje del cuerpo humano en el diálogo entre el todo y las partes posibilita profundizar en un aspecto específico del mismo sin que se pierda su significado en el conjunto. Paralelamente, conlleva un enfoque alejado de una visión desconectada y jerárquica del conocimiento, algo fundamental para construir, más allá del modelo de organismo humano, una forma de ver el mundo, las relaciones entre humanos, y entre estos y el mundo, fundamentada en la aceptación de la diferenciación y las posibilidades de la cooperación.

Resolver en clase cuestiones, por ejemplo, del tipo “¿cómo los macarrones que comes hacen que tus huesos crezcan?”, invitan a que los escolares, a través de dos hechos tan cotidianos como son comer y crecer, tengan que relacionar la alimentación con la digestión, ésta con la sangre y su circulación, la sangre con los huesos y éstos con el crecimiento global del cuerpo. Es decir, obligan a interconectar las tres funciones básicas del organismo humano para resolver la pregunta. Un proceso en el que la elaboración de maquetas tridimensionales se muestra muy útil.

Veamos el trabajo de unos escolares alrededor de la última pregunta mencionada. Se parte de la discusión desencadenada por la hipótesis planteada por un grupo (“*al comer macarrones crecemos porque éstos se van colocando uno encima del otro dentro de los huesos*”), hipótesis rebatida por el resto de escolares. La maestra aprovecha la discrepancia para profundizar en la relación entre los macarrones y el aparato digestivo y, posteriormente, en la relación entre éste y la sangre para, finalmente hacerlo en la relación entre los huesos y el crecimiento. Para profundizar en la primera relación los escolares avanzan en la resolución de su problema utilizando la información que la maestra pone a su disposición. Ello genera un primer cambio significativo respecto la representación inicial de los escolares. Ahora los macarrones ya no se colocan uno encima de otro en la parte inferior de las piernas; los macarrones siguen un camino lleno de cambios a través del aparato digestivo.

*¿Cómo los macarrones que comes hacen que tus huesos crezcan? Imaginar qué sucede dentro del propio cuerpo es un primer paso para construir explicaciones cada vez más complejas de la realidad. (Datos de aula: Dolors Marlet. CEIP Escola Dovella, Barcelona. <http://www.xtec.es/cdec/intercanvi/macarrons/macarrons.htm>)*

El trabajo en el aula debe continuar para resolver la cuestión inicial. El problema clave es ahora ver qué hacen los alimentos transformados para pasar a la sangre. Se construyen diversas maquetas por los escolares para explicar la absorción intestinal. La discusión de las distintas representaciones y la búsqueda de nuevas informaciones escritas permiten ir descartando explicaciones disparatadas y concretar modelos explicativos sobre el paso de los nutrientes al sistema circulatorio durante el proceso de absorción intestinal. (*Datos de aula: Carme Cuberes. CEPA Oriol Martorell, Barcelona.*)

Resuelta la cuestión de la absorción, hay que retomar el problema inicial y pensar en cómo los nutrientes absorbidos pasan de la sangre al interior del hueso. Los escolares de-

ben poner de nuevo en juego sus conocimientos para imaginar el proceso y representarlo. En uno de los modelos propuestos por un grupo, los nutrientes contenidos en la sangre de los capilares (representados mediante redondeles de distinto color), llegan a las partes “vivas” del hueso (representadas con plastilina de color distinto al de las partes “no vivas”), mediante un mecanismo de contacto entre el capilar y lo vivo, que a estas alturas del trabajo algunos ya denominan células. Es evidente, pues, que con los escolares de primaria es posible construir explicaciones que relacionen distintos niveles de organización de la materia para poder comprender un fenómeno. (*Datos de aula: Mariona Trabal. CEIP Escola Orlandai, Barcelona.*)

A lo largo de un trabajo como el planteado, al igual que deben interrelacionarse las funciones básicas del organismo humano, no debe obviarse la interconexión entre los órganos que en ellas intervienen. Preguntas del tipo: “¿qué relación piensas que existe entre el hueso de tu pierna y tu corazón?” son de interés en la medida que obligan a establecer explicaciones en las que se relacionan distintos órganos de dos aparatos o sistemas de una misma función o de funciones diferenciadas.

El conjunto de preguntas a resolver, planteadas a lo largo de todo el proceso, permite a los escolares establecer relaciones entre lo que se ve y lo que no se ve. Posibilitan entrar en un juego mental que conecta los distintos niveles de organización de la materia: el de organismo (el individuo que se nutre), el de órgano (los aparatos o sistemas que intervienen) y el celular (las células del individuo), sin que sea necesario entrar en la descripción de estructuras celulares. Facilitan así mismo tomar conciencia de la existencia de escalas espaciales y temporales distintas.

Las dificultades de los escolares cuando hablan sobre cualquier aspecto del organismo humano no responden tanto a una cuestión de imprecisión y de desconocimiento como a una cuestión del modelo que poseen sobre el aspecto del que hablan. Así, si bien todos coinciden en la importancia de los alimentos para su

crecimiento, cuando construyen sus representaciones expresan ideas muy divergentes. Aprender ciencias conlleva partir de la representación de unos datos para ir construyendo un modelo explicativo coherente. Discutir y contrastar las incoherencias de las representaciones que los escolares hacen de los “macarrones” y del crecimiento del cuerpo posibilitan la evolución de los significados iniciales que atribuyen al fenómeno.

Planteamientos muy distantes a los expuestos, en los que se asocia la nutrición tan sólo a la digestión, presentándola desconectada de la respiración, la excreción y la circulación, y situándola además como algo independiente de los procesos de relación y de reproducción, constituyen importantes obstáculos para que los escolares elaboren un modelo de organismo humano en toda su amplitud. Se trata de un enfoque que fortalece una visión jerarquizada de determinadas partes del cuerpo sobre las otras (cuando se plantea que “*el corazón es el órgano más importante de nuestro cuerpo*”, ¿se ha reflexionado acaso si sin páncreas o sin hígado es posible la vida?).

### Reflexiones en relación con aspectos claves de la propuesta

Cualquier propuesta didáctica, como la expuesta en el apartado anterior, lleva incorporada aspectos implícitos que la hacen posible. Sin dichos aspectos la propuesta pierde todo su sentido. Por ello, en este apartado del artículo se hacen explícitos aquellos elementos que deben acompañar la puesta en práctica de lo explicitado: una educación científica que pase de pensar en que lo importante es aprender información a primar el aprendizaje de modelos; que prioriza la conversación por encima de la exposición; que da importancia a la creación de contextos para trabajar fenómenos, por encima de temáticas; que cuida atentamente el tipo de preguntas en el aula; y que cambia las formas tradicionales de gestionar y evaluar.

### De la información a los modelos

Los escolares, van ordenando desde su infancia las percepciones obtenidas de la realidad en la que viven. Para ello, utilizan estrategias y operaciones mentales propias con las que construyen sus propios modelos sobre cómo es y cómo funciona dicha realidad. Son modelos personales y ocultos para los demás, que tampoco pueden ser conocidos directamente por el profesorado. En el aula, y a través de las acciones y las verbalizaciones que los escolares realizan alrededor de una entidad, negociada colectivamente, es cuando éstos pueden explicitar elementos presentes en sus propios modelos y pueden ir ampliándolos.

El aprendizaje científico puede entenderse como un proceso dinámico de la actividad mental que va reinterpretando y reelaborando formas iniciales de ver la realidad. El proceso de enseñanza debe entenderse, así mismo, como un proceso dinámico y participativo que propicia situaciones de contacto con la realidad para cuestionar los modelos de los escolares, ampliar las variables que ponen en juego, las relaciones que establecen entre elementos y ayudarles a reestructurarlos (Sanmartí, 2005).

La ciencia construye modelos explícitos y consensuados para explicar la realidad (Wagensberg, 2005). Los *modelos* no son más que la representación de un conjunto de regularidades que ayuda a dar significado científico al fenómeno de estudio. En el quehacer diario de la tarea de enseñar, para que los escolares vayan modificando su percepción de la realidad es absolutamente necesario que el profesorado tenga como guión de fondo los modelos científicos elaborados por la ciencia. Es dicho guión el que posibilita que la acción del profesorado en el aula oriente y sitúe a los escolares en aquellos aspectos y aquellas preguntas que son significativas desde la perspectiva científica. Una acción que debe orientar a los escolares a avanzar en el proceso de modelización de la realidad e ir generalizando lo que es particular; es decir, ir viendo que lo que sucede en un caso, sucede en muchos más y que ello consti-

tuye una característica común a muchas entidades (Izquierdo, et al. 1999).

El enfoque descrito en la primera parte de este artículo para abordar el estudio del cuerpo humano se fundamenta en la construcción del modelo complejo de ser vivo (Kauffman, 2003). Una representación de la realidad que conlleva entender un ser vivo como un espacio que posee un límite que marca claramente un *dentro* y un *fuera*. Un espacio en el que muchas de las cosas de fuera *interaccionan* con las de dentro mediante un juego de *cambios y regulaciones* continuadas. Un juego que establece una dinámica en la que muchas cosas que entran y salen del cuerpo son de nivel *macro*, mientras que la mayoría de los cambios y regulaciones se sitúan a nivel *micro* y, por consiguiente, no son visibles ni perceptibles. Un juego dinámico de interacciones, cambios y regulaciones que sucede en *tiempos y espacios* distintos.

Es un modelo de ser vivo que conlleva pensarlo como un sistema abierto que intercambia continuamente materia, energía e información con el ambiente que le rodea. Un sistema

complejo formado por muchos elementos interconectados, cuyo conjunto es mucho más que la suma de sus componentes. Una organización capaz de renovar los elementos que lo forman, de mantener sus estructuras ordenadas y organizadas, dando respuesta a los cambios del ambiente, dentro de unos límites determinados por la capacidad de cambio, de adaptación al medio y, a largo plazo, de evolución hacia formas más complejas. Una organización capaz de construir copias de sí misma, con nuevas características.

En las aulas, adoptar esta mirada en el estudio del organismo humano conlleva un cambio substancial en el tipo de preguntas que se generan y en la forma de construir conocimiento para ir las respondiendo (Roca, 2006). En la figura puede verse un esquema que ha guiado el trabajo de construcción de dicho modelo en el aula y algunas de las preguntas claves que se han ido formulando en el proceso (Pujol, Bonil, 2003).

El modelo planteado pone énfasis en los *procesos* y no sólo de los *estados* (Bonil, et al., 2004). Asumir la relevancia de los procesos

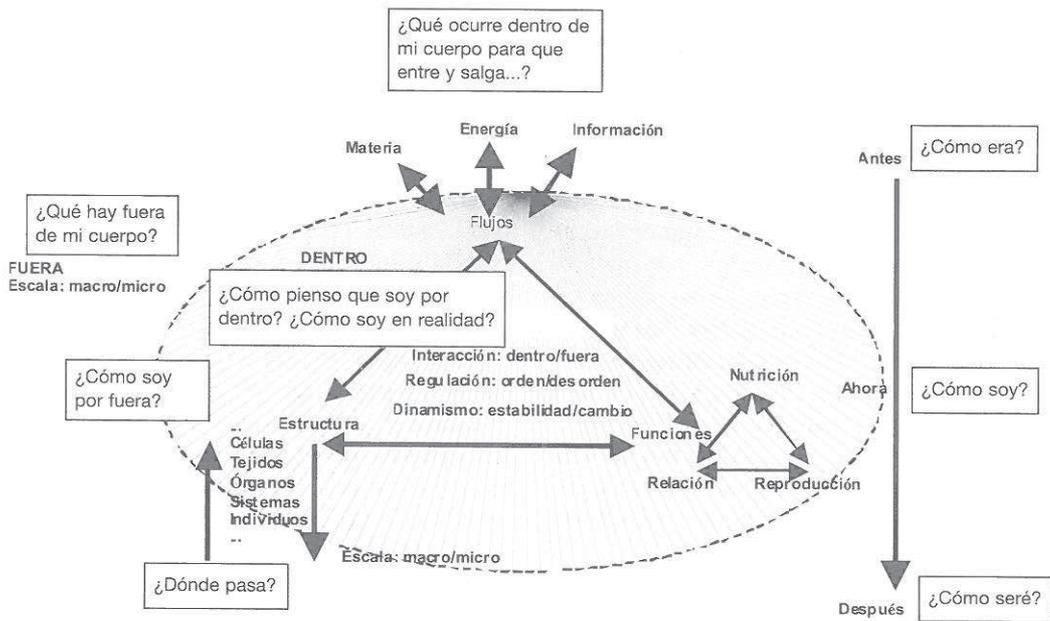


Fig. 1. Esquema de un posible modelo para el estudio del organismo humano. Las preguntas hacen tan sólo referencia al crecimiento humano.

significa contemplar el dinamismo. Desde la educación científica, y retomando el ejemplo del crecimiento humano, ello supone, entre otras consideraciones, que su estudio no puede centrarse exclusivamente en constatar el aumento de peso y altura a lo largo de los años (“cuando nací medía cincuenta centímetros, cuando iba a la clase de tres años medía... ahora mido”). Se hace fundamental establecer una dinámica que ayude a los escolares a comprender qué ha pasado dentro de su cuerpo para que ello sea así y qué condiciones han posibilitado dicho cambio. Aún siendo importante el conocimiento de los estados (altura y peso en distintos momentos de la vida), éstos por sí mismos no permiten comprender el crecimiento como un proceso de continuidad de la materia en el tiempo y el espacio, algo esencial para comprender la vida de cualquier organismo vivo.

El hecho de que tomen relevancia los procesos conlleva que entren en juego las *causas* que los hacen posibles y los *efectos* que se derivan. Supone preocuparse por las *entidades* pero también dar relevancia a las *relaciones* que se establecen entre ellas. La relevancia que toman las relaciones implica forzosamente considerar la vinculación del organismo humano con el medio. Siguiendo con el ejemplo del crecimiento, ello supone verlo como el resultado exitoso de la relación entre cuerpo y medio. Una relación que tiene aspectos comunes y aspectos muy diferenciados a lo largo de la vida humana. Así, no es lo mismo pensar en las relaciones que existen entre cuerpo y medio externo antes del nacimiento, que hacerlo en las que se dan después del nacimiento. Es un enfoque en el que el estudio del crecimiento humano se convierte en la elaboración de una red de relaciones dinámicas entre el cuerpo y el medio. Una red que permite comprender mecanismos repetitivos y también ver que el cambio en alguna de las variables puede llevar a otros resultados.

Cuando los fenómenos objeto de estudio se convierten en redes de relaciones, a la perspectiva *cuantitativa* característica de la ciencia se le suma una dimensión *cualitativa*. La infor-

mación objetivable es imprescindible y relevante, pero no suficiente para explicar los fenómenos en su totalidad. Siguiendo con el mismo ejemplo, introducir la perspectiva cualitativa, conlleva contemplar aspectos muy distintos que afectan al crecimiento humano, tales como la afectividad, la relación con los demás, etc. Del diálogo entre las perspectivas cuantitativa y cualitativa se enriquece el estudio del cuerpo humano ofreciendo la posibilidad de comprenderlo más allá de su pura faceta biológica. Algo que en la etapa de primaria es imprescindible para la educación de los escolares.

### ***De la autoridad expositiva a la conversación interactiva***

La comunicación a través del lenguaje es esencial no sólo en la transmisión del conocimiento científico, sino también en su construcción (Lemke, 1997; Sanmartí, García, Izquierdo, 2002). La construcción del conocimiento científico se fundamenta en el conflicto consistente entre los diversos modelos interpretativos de la realidad, a la luz de los conocimientos del momento, y en ello el lenguaje juega un papel primordial. Así mismo, la comunidad científica, mediante el lenguaje, puede transmitir a las nuevas generaciones los modelos conceptuales que elabora; éstas, pueden analizarlos bajo otros marcos explicativos, posibilitando la generación de nuevos conocimientos.

El “hablar”, (Màrquez y Pujol, 2005,) entendido como expresión de la representación interna de cada escolar, es decir, de su modelo mental de pensamiento, es esencial para la construcción y reconstrucción de su conocimiento científico. Apostar por una educación científica que, lejos de construirse sobre verdades cerradas, persigue construir interpretaciones cada vez más complejas de la realidad, conlleva la responsabilidad de crear espacios continuados en los que los escolares puedan “hablar”, bien sea a través del lenguaje oral, escrito, gráfico o del propio cuerpo. En esta tarea, durante la etapa de educación primaria, la conversación ocupa un lugar clave.

La conversación debe ocupar un lugar relevante en la dinámica de aula. Si bien en primaria es bastante habitual, su dinámica suele responder a una exposición de información por parte del profesorado seguida de un conjunto sucesivo de preguntas, generalmente de carácter cerrado o semiabierto, al hilo de la pauta que éste preestablece. Una dinámica en la que el principal protagonista suele ser el mismo profesorado.

La conversación en el aula debe erigirse en un elemento capaz de avivar el pensamiento crítico, revisar y sintetizar nuevas ideas y evaluar si son o no adecuadas. Cuando las preguntas claves que guían la conversación son del tipo: “¿cuántos huesos tenemos?”, “¿cuáles son los huesos del cuerpo?”, “¿cómo se llaman los huesos de la pierna?”, etc., la conversación impone una pauta única de pensamiento que obliga a los escolares a contestar con palabras o frases muy concretas, limitando sus posibilidades de expresar su propia lógica y de recons-

truirlos. Es una conversación que no posibilita la circulación, comparación, análisis, consenso y reconstrucción de ideas, algo esencial en la construcción del conocimiento científico. Es una conversación que se aleja de presentar una ciencia constructora de modelos explicativos de los fenómenos del mundo y una educación científica en la que los escolares aprenden a explicarlos partiendo de sus propios puntos de vista para ir progresivamente utilizando los modelos y teorías científicas.

De la lectura atenta del fragmento de conversación de la figura 2, se desprende que la maestra, lejos de exponer una información sobre el crecimiento de un feto e ir formulando preguntas reproductivas, va retomando, a partir de lo que los escolares expresan, dos aspectos clave para comprender el crecimiento: la alimentación a través de la madre, expresión de una relación entre crecimiento y medio externo; “la fuerza de dentro”, expresión de la relación entre crecimiento y medio interno (ge-

- .....
  - El bebé está dentro de la madre.
  - M: ¿Y cómo crece el bebé dentro de la madre?
  - Como es pequeñito y redondo con su fuerza y con la comida que le llega por un tubo pequeño pero también grande.
  - Si por un tubo grande que da muchas vueltas por la barriga.
  - Si yo lo he visto en un libro.
  - .....
  - M: ¿Qué quieres decir con su fuerza?
  - De dentro. Tiene una cosa dentro que hace que crezca.
  - Si le da fuerza para crecer.
  - .....
  - M: ¿Cómo le puede llegar la comida por el tubo?
  - Por un tubo pequeño, pequeño que pasa por un sitio como si estuviera roto.
  - Es como la cafetera, el agua pasa y sale el café.
  - .....
  - M: ¿De dónde debe sacar el bebé su fuerza para crecer?
  - Del cerebro. El cerebro da fuerza para crecer.
  - No. Yo creo que de la sangre, la sangre lleva cosas que hacen crecer.
  - Mi madre me dijo que de la semilla que pone el padre se junta. Claro entonces al juntarse tiene fuerza y crece.
  - .....

Fig. 2. En una conversación el papel que juega el profesorado es clave para ir resaltando, retomando y reformulando las explicaciones que van construyendo los escolares.

nética). Posteriormente, a lo largo de la conversación el tubo dejará de llamarse tubo para llamarse cordón umbilical, el “*tubo pequeño que pasa por un sitio como si estuviese roto*” se llamará placenta, etc.

Para que los protagonistas de una conversación sean los escolares es importante que el profesorado invite a manifestar las ideas personales mediante preguntas centradas en la persona: “¿cómo piensas que...?”; “¿qué pensáis sobre...?”. Cuando las preguntas se centran en la materia objeto de estudio (¿qué es...?”, “¿por qué es así?”,...), suelen limitar la participación de los escolares más inseguros, dado que su formulación induce a pensar que existe una única respuesta. Así mismo, en la dinámica de la conversación es fundamental dejar un tiempo de espera suficiente para que todos y todas puedan pensar y ordenar sus ideas para expresarlas.

Por otro lado, cuando una conversación de aula responde a un modelo vertical y punitivo se propicia que los escolares vayan dejando de participar por miedo a hacer el ridículo o al castigo verbal. Es algo que limita no solo sus posibilidades de aprender ciencias sino también las posibilidades de vivir y aprender el significado de la participación, la negociación y el consenso. Aspecto que no se puede pasar por alto si se considera que el aprendizaje científico constituye una herramienta más para potenciar la transformación del mundo en que vivimos.

Para aprender ciencias es necesario revisar las propias maneras de percibir los hechos, de ver los fenómenos, de razonar, de hablar, de emocionarse frente a ellos. Para actuar como ciudadanos es necesario además aprender a participar y a tomar decisiones. Por todo ello la interacción con los otros mediante la conversación es clave, siempre que su elemento dinamizador sea el intercambio de pensamientos y sus protagonistas los escolares.

### ***De las temáticas a los fenómenos***

Para que los escolares puedan conversar sobre algo resulta imprescindible que todos y todas sepan claramente de qué se está hablando. Iniciar una conversación sobre algo con-

creto conlleva la necesidad de crear en el aula *contextos*, en los que se generen los fenómenos objeto de estudio y posibiliten poder hablar de algo común.

Compartir una misma vivencia, observación, experiencia o una misma lectura es esencial para obtener datos sobre los que intercambiar y contrastar ideas. Por ejemplo, resulta totalmente distinto hablar sobre la composición de los huesos tras calcinar un hueso y compararlo con otro puesto en vinagre, que hacerlo a partir de la explicación dada por el profesorado o leída en el libro. Cuando cada pequeño grupo de clase ha realizado su experiencia, ha discutido sus hipótesis y las ha relacionado con los resultados, es mucho más fácil ver que un hueso está compuesto de materiales distintos, hablar sobre que el hueso es algo “vivo” y relacionarlo con el sistema circulatorio y el aparato digestivo.

Los contextos surgen en ocasiones de manera espontánea; puede surgir un contexto, por ejemplo, cuando alguien de la clase se rompe un hueso. En otros casos están provocados directamente por el profesorado, pero tienen un final muy abierto para estimular el conflicto de ideas. Es lo que sucede, por ejemplo, al proponer a los escolares observar el movimiento del propio cuerpo al jugar con una pelota y determinar las variables que intervienen en el proceso. También es posible la creación de un contexto cerrado, que posibilite obtener datos muy precisos; por ejemplo, proponer tomar medidas de altura y peso en grupos de distinta edad para ver regularidades en el crecimiento.

Sean cuales sean los contextos de partida, lo más importante es que sirvan para compartir objetivos, ponerse de acuerdo sobre aquello que se quiere llegar a explicar, obtener algunos datos que permitan explicarlo o formular nuevas preguntas. Por ejemplo, observar el movimiento del propio cuerpo al jugar con una pelota permite que cualquier escolar opine sobre aspectos concretos a partir de los cuales cristalizar preguntas del tipo: “¿cómo saben los ojos que la pelota ha sido lanzada?”, “¿y mis pies cómo saben que debo correr hacia ella?”, “¿qué debe

*pasar dentro de mi cuerpo para que mis manos la cojan en el momento preciso?*... Cuestiones que pueden ir determinando las interacciones entre la vista y el movimiento de la pelota, las características del ojo como órgano traductor de estímulos, etc. Sin una referencia clara a un contexto compartido resulta muy difícil reconocer qué se está aprendiendo e incluso saber de qué se está hablando.

La creación de contextos para el estudio del organismo humano supone dejar de centrar el aprendizaje en temáticas para centrarlo en fenómenos. Supone dejar de pensar en el guión habitual, para pensar en aquellos fenómenos próximos y vivenciales para los escolares que permiten que cualquier participante del aula pueda hablar sobre un mismo hecho, pueda contrastar las múltiples formas de interpretarlos y buscar nuevos datos. Todo ello para que los escolares puedan ir construyendo interpretaciones cada vez más complejas de los fenómenos objeto de estudio.

### **De preguntas reproductivas a preguntas productivas**

La necesidad humana de formularse preguntas ha existido siempre. La mayoría de dichas preguntas se centran en aspectos esenciales de la vida y reflejan el deseo de conocimiento de la especie humana (*¿por qué existimos?*; *¿a dónde vamos?*;...). Muchas de ellas han sido y son objeto de estudio desde la filosofía y también, con otras formulaciones, desde la ciencia. La ciencia actual si bien continúa interesada en las preguntas centradas en el *¿por qué?*, centra también su atención en las preguntas que giran alrededor del *¿cómo?*. Así, preguntas del tipo *¿Por qué el universo es ilimitado?*, se acompañan de inmediato de preguntas del tipo *¿Cómo conocer el tamaño del universo?*. Es en las respuestas sobre el *¿cómo?*, cuando muchas veces se va configurando la respuesta a los *¿por qué?*.

En las aulas de ciencias, responder preguntas relativas al *¿por qué?* de un determinado fenómeno, significa hacer referencia al cuerpo teórico desarrollado a lo largo de los años por

la ciencia y que posibilita explicarlo. Son preguntas cuya respuesta está conectada con teorías, generalmente complejas y alejadas de la experiencia de los escolares, y cuya formulación requiere establecer múltiples relaciones. Como consecuencia, en el aula se suelen ofrecer respuestas poco claras y vagas, o, en otras ocasiones, contundentes y utilizando nombres y términos científicos. Son respuestas que suelen dar el mismo profesorado y que no ayudan a los escolares a avanzar en la comprensión del fenómeno. En las aulas muchas preguntas del tipo *¿por qué?*, pueden ser substituidas por preguntas del tipo *¿cómo?*. Con ello se posibilita desarrollar una actividad experimental alrededor de la cuestión objeto de estudio y obtener nuevos datos para hablar de ella y explicarla. Así, por ejemplo, se pueden substituir preguntas del tipo: *¿por qué los molares trituran y los incisivos cortan?*, por preguntas del tipo *¿cómo piensas que quedará un trozo de pan si masticamos con un molar o lo intentamos hacer con un incisivo?*. En el segundo caso la misma pregunta incita a los escolares a experimentar la situación, mientras que en el primer caso les conduce a dar una respuesta estándar.

Apostar por una educación científica que ofrezca herramientas conceptuales que posibiliten a los escolares ir avanzando en una comprensión modelizadora de los fenómenos conlleva la responsabilidad de discernir entre preguntas significativas y preguntas sin interés científico, así como entre preguntas reproductivas y preguntas productivas (Márquez, et al, 2004).

La capacidad de formular preguntas significativas constituye uno de los motores de la construcción de conocimiento científico. Encontrar respuestas a una buena pregunta permite avanzar en la construcción de modelos para interpretar la realidad. Si bien la formulación de preguntas significativas debería ser algo esencial en las aulas, en general se suele dar más importancia a las respuestas que a las preguntas. Si se entiende que la construcción del pensamiento científico no es tan sólo una cuestión de construir objetividad, sino de substituir el pensamiento inmediato, dudando de lo que es evidente, a favor de una reestructura-

ción consensuada, entonces las preguntas significativas resultan esenciales.

No todas las preguntas promueven de igual modo el proceso de construcción y reconstrucción de las ideas científicas. Es importante que sean abiertas, que permitan una amplia variedad de respuestas y, a la vez, productivas, para estimular la actividad intelectual y alejarse de la repetición de información. Deben ser preguntas que, partiendo de lo que uno sabe, activen de manera creativa dichos conocimientos, fuercen a dar una respuesta inédita, incentiven la búsqueda de nuevos datos y la comprobación de lo que se afirma frente a los otros, e inviten a ampliar o profundizar sobre aquello de lo que se está hablando.

Una pregunta productiva por encima de que un escolar "diga" una respuesta promueve que éste "piense" en algo o "haga" algo. En las preguntas reproductivas los escolares ya saben la respuesta o pueden encontrarla directamente en una fuente de información ("¿cómo se llama el órgano que produce la bilis?", "¿cuáles son las partes del aparato digestivo?", "¿cuántas partes tiene el órgano de la visión?,..."). Las preguntas reproductivas pueden ser muy útiles para incentivar la consulta de libros y la capacidad lectora, pero tienen fuertes limitaciones para promover la actividad intelectual y científica.

Cuestiones del tipo: "¿qué hay en el corazón?, ¿cómo es el aparato circulatorio?,..." pueden ayudar a los escolares a descubrir aspectos estructurales del cuerpo humano. Preguntas de carácter dinámico tales como: "¿qué sucede cuando entra la sangre en el corazón?", "¿qué cambia en la sangre cuando está en los pulmones?", facilitan que los escolares se centren en los cambios que ocurren en el cuerpo humano. La formulación de preguntas tales como: "¿por qué crees que tu corazón palpita más deprisa al hacer una carrera?", "¿qué pasaría si tu columna fuera paralela al suelo igual que la de un gato o un perro?", "¿cómo crees que debe ser por dentro tu rodilla para que tus piernas puedan doblarse?", "¿cómo te explicas que el sabor de un trozo de pan tras mezclarlo con la saliva sea tan distinto al de antes de insalivarlo?", son preguntas que ayudan a los escolares a establecer

interpretaciones de las interacciones que se dan entre el medio externo y el organismo humano y dentro del mismo. Este tipo de preguntas, juntamente con las anteriores, posibilitan que los escolares, más allá de la descripción de estructuras, interacciones y cambios, generen modelos interpretativos, es decir generen conocimiento científico y por consiguiente aprendan.

Para avanzar en la educación científica de los escolares es fundamental que el profesorado sea consciente en todo momento de si las preguntas que se van formulando en el aula son significativas desde la perspectiva científica, si son productivas y, por consiguiente, si animan a los escolares a ordenar, exponer, contrastar y generar la búsqueda de nuevos datos. Es algo que exige del profesorado el esfuerzo de profundizar en el modelo objeto de estudio, en las interpretaciones de los modelos expresados por los escolares y en las intervenciones que debe hacer para sugerir nuevos caminos.

### ***De la gestión vertical a la gestión horizontal***

En una dinámica de aprendizaje como la planteada a lo largo de este artículo resulta también clave la forma de crear y gestionar un ambiente de clase que fomente la interacción y la comunicación entre todos los que están en el aula (Pujol, 2003).

Las posibilidades que los escolares tengan para intervenir, las reacciones del profesorado frente a sus intervenciones, las demandas y propuestas que éste pueda hacer, van generando una determinada atmósfera de aula que establece ocultamente las reglas de comportamiento. Conseguir un clima en el que los escolares se sientan invitados a construir conocimiento conlleva cambios importantes en la forma tradicional de entender el papel del profesorado y de los escolares en el aula.

Lejos de un modelo de gestión vertical, supone un modelo horizontal participativo, en el que sea posible que cualquier miembro del aula pueda expresarse en igualdad de condicio-

nes y aportar aspectos diferenciados en función de su punto de partida. Se trata de un modelo en el que cada individuo debe ir aprendiendo a ser consciente de sus responsabilidades y asumir las que le son propias. Es algo que no se contrapone con el ejercicio de la autoridad, bien entendida, propia del profesorado. Constituye una gestión del aula en la que prima el diálogo continuo entre una horizontalidad responsable y una verticalidad responsable. Un diálogo que abre la posibilidad de integrar las aportaciones del alumnado y asume las limitaciones que comporta canalizar dichas iniciativas en favor del proceso de enseñanza aprendizaje planificado y pactado.

Crear y gestionar un aula en la dirección comentada conlleva necesariamente que los escolares conozcan y hagan suyo el objeto de aprendizaje. Para ello necesariamente hay que dedicar un tiempo. No basta con anunciar y comunicar lo que se va a estudiar. Es imprescindible pensar en una actividad que permita negociar el objetivo con los escolares y que, a la vez, permita que lo asuman.

Por otro lado, sería iluso pensar que con hacer propio el objeto de aprendizaje es suficiente. La realidad del trabajo conlleva también un continuo ejercicio de coevaluación conjunta, entre escolares y profesorado, de lo que se está haciendo y del progreso en el aprendizaje. Algo que, en su conjunto, pone en cuestión directamente la forma tradicional de entender la evaluación. Ésta se convierte en algo que va mucho más allá de un proceso acreditativo para pasar a ser un proceso regulador. Una regulación en la que los actores son, simultáneamente, los propios escolares y el profesorado.

La ciencia refleja en si misma un modelo de ciudadanía, una forma de relación entre los individuos y entre los individuos y el medio. Enseñar y aprender ciencia se convierte en una forma de proyectar la perspectiva ciudadana de la ciencia. Es una manera de entender la democracia dentro del aula que permite dialogar entre la autonomía que tiene cada individuo y su dependencia del resto del grupo clase para construir espacios de libertad desde el compromiso compartido (Bonil, et al., 2004). Por

ello, avanzar en la alfabetización científica de los escolares de primaria pasa también necesariamente por establecer un modelo de gestión de aula que prime la horizontalidad y donde sea posible la regulación de los aprendizajes.

Aprender es un proceso largo, en el que hay que poner empeño, constancia e ilusión. La creación de un ambiente cooperativo en el aula es un elemento esencial para estimular la evolución de las miradas de los escolares pero, simultáneamente, se constituye en una forma de vivir la democracia, en una capacitación para actuar de forma abierta en el contexto inmediato.

#### REFERENCIAS

- ARCÀ, M. (2001). Quina ciència per a l'escola primària? Ensenyament i models de coneixement. *Perspectiva Escolar*, 255, 34-36.
- ARCÀ, M. (2002). Per entendre la vida. *Perspectiva Escolar*, 261, 35-37.
- ARCÀ, M. (2002). La xarxa cognitiva. *Perspectiva Escolar*, 270, 36-38.
- ARCÀ, M. (2004). L'entrellaçament dels modes de mirar. *Perspectiva Escolar*, 282, 34-37.
- 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*, 53, 5-19.
- GIORDAN, A. (2001). El meu cos, la primera meravella del mon. Barcelona: La Campana.
- HARLEM, W. (2001). *Taking the plunge. How to teach science more effectively for ages 5 to 12*. Heinemann.
- IZQUIERDO, M; ESPINET, M; GARCÍA, MP; PUJOL, RM; SANMARTÍ, N. (1999), Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra junio 1999, Barcelona, ICE-Universitat Autònoma de Barcelona. p. 79-91
- IZQUIERDO M; BONIL, J; ESPINET, M; PUJOL, RM. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 21-31.
- KAUFFMAN, S. (2003), *Investigaciones, Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Barcelona: Tusquets.

- LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- 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, 71-81.
- MÁRQUEZ, C; PUJOL R.M. (2005). Una reflexió entorn de la conversa a les classes de ciències". *Articles*, 37, 31-43.
- MÁRQUEZ, C; ROCA, M; VIA, A, (2003). Plan-tejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit. *Aprendre ciències tot aprenent escriure ciències*. Sanmar-ti, N, (coord). Ed 62, 29-58.
- PUJOL, R.M. (2002). Educación científica para la ciudadanía en formación. *Alambique*, 32, 9-17.
- PUJOL, RM. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Síntesis.
- PUJOL, R.M.; BONIL J. (2003). Una propuesta de ambientalización curricular desde la formación científica: El caso del crecimiento hu-mano" En: A.M. Geli, Junyent, M. & Sánchez, S. (Eds.) *Ambientalización Curricular de Estudios Superiores: Proceso de caracterización de la ambientalización curricular de los estudios universitarios*, 40, 151-171.
- PUJOL, RM; MÁRQUEZ. C. (2005) "L'estudi del cos humà a l'escola Infantil i Primària" *Pers-pectiva Escolar*, 292,12-18.
- SANMARTÍ, N, GARCIA, P; IZQUIERDO, M. (2002). Aprender ciencias aprendiendo a es-cribir ciencias. *Educación Abierta*, 160, 141-174.
- SANMARTÍ, N.(2005) "Aprender ciències: con-nectar l'experiència, el pensament i la parla a través de models" dins de *Curs per a l'actua-lització de l'ensenyament aprenentatge de les ciències naturals*, 49-69, Barcelona, Departam-ent d'Educació.
- TERRADAS, J. (2006), *Biografía del mundo, del origen de la vida al colapso ecológico*. Barcelo-na: Destino.
- WAGENSBERG, J. (2005), *La rebelión de las for-mas*. Barcelona: Taurus.

#### ABSTRACT

This article considers and reflects about a proposal to work the human body at the stage of primary education. Under the framework of the complexity paradigm is developed a proposal based on the need to focus a teaching process that considers the construction of the model of life form and the education for the participation of the future citizenship.

KEY WORDS: *Scientific education; Citizenship education; Human body; Primary Educa-tion; Model of life form; Complexity paradigm*

#### RÉSUMÉ

Dans cette article on fait une réflexion sur une propose pour travailler le corps hu-maine à l'école primaire. On développe une propose, sous le cadre du paradigme de la complexité, fondée sur la nécessité de focaliser l'enseignement sur le procès de construction du model « organisme vivant » et sur l'éducation pour la participation citoyenne.

MOTS CLÉ: *Éducation scientifique; Éducation pour la citoyenneté; Corps humaine; Edu-cation Primaire; Model d'organisme vivant; Paradigme de la complexité.*