

Cambio conceptual en la escuela

por Aurora LACUEVA
Universidad Central de Venezuela

1. Concepciones alternativas versus concepciones científicas

La investigación desarrollada en las últimas décadas ha destacado la existencia de concepciones alternativas, concepciones ingenuas o preconcepciones, frente a las concepciones científicas. Se trata de nociones que poseen los niños y muchos adultos sobre fenómenos y situaciones, nociones que no coinciden con el saber científico del momento (Hein, 1968; Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Hierrezuelo y Montero, 1988/1991; Pfundt y Duit, 1994).

La escuela no puede ignorar que las niñas y niños entran a ella con creencias, habilidades y nociones. Su mente no está en blanco, lista para ser llenada. Muchos alumnos piensan, por ejemplo, que si una pelota de fútbol (o cualquier otro cuerpo) está en movimiento es porque hay una fuerza actuando sobre ella que la hace moverse, no aceptan que la fuerza cesó cuando la pelota perdió el contacto con el pie del jugador. No es raro que los niños crean que cuando la ropa se seca el agua que tenía se transforma en aire. O que un helado envuelto en papel de aluminio se conserva

frío más tiempo que envuelto en un pedazo de manta.

Estas nociones pueden ser fruto, por una parte, de la experiencia cotidiana directa con objetos y sucesos. En esta experiencia muchas veces apreciamos sólo la apariencia de las cosas, y para resolver problemas y dar explicación a los fenómenos aplicamos de manera a menudo no consciente ciertas reglas simplificadoras, que sin ser rigurosas son rápidas y con frecuencia suficientes para el desenvolvimiento rutinario. Las nociones de este origen experiencial directo suelen ser implícitas, expresadas en la acción y difícilmente verbalizables (Pozo, 1996).

Pero también las concepciones alternativas pueden provenir de la transmisión de creencias aceptadas en el medio social más cercano, gracias a conversaciones, juegos, refranes e historias. O bien pueden recibirse de medios de comunicación masiva como la televisión, el cine o los *comics*. Hoy en día se recibe mucha información a través de estas vías, pero a menudo la misma se presenta en pequeños trozos, de manera desarticulada, afectada por sesgos

deformadores y quizás hasta por errores. Recordemos, por otra parte, que no se trata sólo de que el mensaje emitido pueda o no ser distinto a lo que sostiene la ciencia del momento: hay que atender también a cómo lo recibe e interpreta el receptor. De acuerdo a lo que los niños ya crean, interpretarán de una u otra manera los mensajes rápidos y ambiguos que reciben informalmente de su entorno social. Las nociones de este origen pueden verbalizarse con facilidad, aunque es más difícil convertirlas en pautas de acción (Pozo, 1996).

A través del mismo lenguaje que usamos cotidianamente podemos transmitir y recibir, de manera no consciente, concepciones contrarias a las científicas (Gil, 1993). Hablamos de «la salida del sol» aunque todos ya aceptamos que es la Tierra la que gira alrededor del Sol y no al revés. O afirmamos que «esta caja pesa 15 kilos», como si el peso fuera una propiedad intrínseca de la caja y no el resultado de una interacción entre ella y la Tierra.

Finalmente, las ideas no científicas pueden resultar generadas o reforzadas por una enseñanza escolar a menudo mal enfocada e incluso cargada ella misma de errores. Caravita y Halldén (1994) señalan, por ejemplo, que muchos niños pequeños conciben el cuerpo como una especie de bolsa que contiene muchas piezas diferentes, y envuelven sus explicaciones de las funciones corporales en un enfoque vitalista: el cuerpo es más que la suma de sus partes, y tiene una misión, una finalidad. Por su parte, los niños mayores poseen un vocabulario biológico más rico y una perspectiva analítica. Pero su enfoque resulta demasiado parcelado, del tipo «una

parte-una función», y no realizan vinculaciones entre los diferentes componentes del organismo. Este enfoque proviene seguramente de los libros de texto y de las lecciones escolares, con sus descripciones aisladas de cada sistema corporal, muy orientadas hacia las estructuras y sus componentes. Debido a ello, concluyen las autoras, la visión holística pero indiferenciada de los niños pequeños muy raramente evoluciona hacia una concepción sistémica coordinada del cuerpo.

Probablemente, en numerosos casos es una mezcla de influencias de estas diversas fuentes la que lleva a las personas a sostener determinadas nociones.

Se aprecia que niños y jóvenes de países diversos coinciden en muchas de estas concepciones alternativas. Es decir, que los errores se repiten, posiblemente, de una parte, por ser comunes tanto las posibilidades como las limitaciones de nuestro aparato cognitivo, y también por la similitud de la experiencia humana con los fenómenos de la Naturaleza en cualquier parte del mundo. Resulta así mismo hoy más o menos común la influencia de la escolarización. Y, de manera más específica, son con frecuencia similares y hasta comunes los mensajes de los medios de comunicación masiva, que llegan en la actualidad a casi todo el planeta. Sólo ocasionalmente se han encontrado algunas diferencias en ciertas concepciones, que parecen obedecer a factores culturales, ambientales y lingüísticos (Hewson, 1985).

Se evidencia que muchos estudiantes, luego de años de escolarización, siguen sosteniendo en diversos campos ideas contra-

rias al pensar científico. A veces esto puede explicarse por la gran dificultad y la elevada abstracción de las ideas científicas modernas. Pero también manifiesta el fracaso de muchos métodos escolares, basados en la repetición simple de nociones y en la resolución mecánica de problemas.

2. No sólo sobre temas científicos hay concepciones alternativas

En realidad, no sólo en el campo de las ciencias naturales se observan tales ideas alternativas, aunque ha sido éste el más estudiado. Todos, niños y adultos no especialistas, tenemos teorías informales sobre temas que afectan nuestras vidas. De esta manera, manejamos no sólo una física o una biología «caseras», sino también una economía y una psicología intuitivas, así como conocimientos informales de ciencias sociales.

Así, muchos niños de 6 ó 7 años, de distintos países y clases sociales, creen que cualquier persona puede enriquecerse yendo a la tienda a comprar y obteniendo el vuelto. Los niños de estas edades tienden a asimilar las relaciones económicas, políticas e institucionales a intercambios de naturaleza personal (Enesco y Navarro, 1996; Delval, 1988; Carretero y Asensio, 1988). Podemos citar el caso de Car, un niño de 6 años y 4 meses, quien ya sabe que los vendedores o dueños de tiendas compran sus productos en una fábrica, pero cuando le preguntan: «—Si compro un bolígrafo en la fábrica, en lugar de en la tienda, ¿cuánto me costará?». Responde: «—Más dinero, porque a los de la fábrica les ha costado mucho hacerlo y al vendedor no le cuesta... sólo te lo da.» (Enesco y Navarro, 1996, 73).

A medida que crecen, los niños van enriqueciendo y complejizando sus concepciones sobre sociedad, política, economía y otros temas similares. Pero incluso los adolescentes o los adultos pueden presentar nociones sesgadas por rasgos, por ejemplo, como el sociocentrismo: la tendencia a juzgar los hechos del pasado o de otras culturas fuera de su contexto histórico, asimilándolos a las condiciones sociales de uno mismo.

En general, resultan frecuentes las ideas erróneas, los estereotipos, las verdades a medias, en los juicios que realizan las personas acerca de muchos temas psicológicos, sociales e históricos. Las «concepciones alternativas» están lejos de ser exclusivas del campo científico.

Además, para muchos asuntos sociales y socio-personales se dará seguramente la interacción entre concepciones de diversos campos: ciencias naturales, ciencias sociales, psicología..., no siempre ajustadas a lo que la investigación rigurosa sabe hoy, y quizás multiplicadoras de errores y falacias. Pensamos en asuntos complejos y que tocan a múltiples áreas del conocimiento: cuestiones sobre medio ambiente, salud, sexualidad, uso de energía y recursos, urbanismo, entre otros.

Constatamos así la enorme complejidad de la educación. Todo resulta más sencillo si simplemente nos proponemos «corregir» el concepto de calor o el concepto de suelo que tengan los niños, niñas y jóvenes. Pero, ¿qué pasa si deseamos abordar seriamente temas como el efecto invernadero o la desertización?

3. Las fórmulas a corto plazo no logran el «cambio conceptual»

Partimos del principio de que queremos lograr el llamado cambio conceptual. En efecto, no podemos compartir el enfoque de un constructivismo radical que pretendería que las concepciones alternativas sobre temas científicos, las cuales adquiere la gente en su vida diaria, son tan válidas como el saber científico del momento, producido por comunidades especializadas siguiendo metodologías cuidadosas.

Defendemos la necesidad de que los niños y jóvenes modifiquen su conocimiento de andar por casa y aprendan las nociones científicas modernas, aunque, como ampliaremos posteriormente, las aprendan de forma no dogmática y desde el punto de vista del ciudadano y no del científico. Aceptando entonces la necesidad del cambio en muchas concepciones infantiles, creemos que no es viable pretender lograrlo gracias a una o a unas pocas sesiones de clase.

Desde luego, descartamos como simplista y errónea la pretensión de que meramente oyendo una exposición del docente o leyendo la información del texto o realizando algunos breves ejercicios los estudiantes van a desechar sus antiguas concepciones y van a asumir las ofrecidas.

Pero incluso esfuerzos más serios y sistemáticos pueden resultar insuficientes. Es el caso de una estrategia de choque que se popularizó hace unos años entre los especialistas y que todavía cuenta con muchos seguidores. La misma comienza con la determinación de las concepciones alternativas infantiles (mediante cuestionarios,

entrevistas, discusiones en clase...). A continuación se propicia un conflicto cognitivo, gracias al cual los niños supuestamente van a evidenciar la insuficiencia de sus nociones (se presenta una experiencia, una discusión o un video que actúan como contraejemplos, o se piden predicciones y se confrontan luego con lo que realmente sucede). El tercer paso es la introducción de nuevos conceptos (por explicación del profesor, lecturas o «torbellino de ideas»). Finalmente, se ofrecen oportunidades para el uso de las nuevas nociones, gracias a las cuales se espera que los estudiantes desechen sus antiguas ideas y asuman las presentadas, por ser más válidas y operativas.

Sin embargo, este tipo de estrategia se enfrenta a diversos problemas. Para empezar, los conceptos no se manejan sueltos, sino que tendemos a formar con ellos redes o grupos junto a otros conceptos, imágenes, creencias y habilidades, en estructuras más complejas y más difíciles de cambiar.

Luego, evidenciar o tratar de evidenciar las insuficiencias del pensamiento infantil, partir siempre de lo que los niños no saben, de sus errores, de sus ideas equivocadas, desmotiva a los estudiantes, los desvaloriza y puede resultar hasta paralizante. Para no hablar de la imposibilidad práctica de calibrar lo que verdaderamente piensa cada estudiante de un grupo de veinticinco o treinta.

Además, los niños pueden reconocer que se están criticando sus conocimientos, y sentirse mal debido a ello, sin por eso resultar convencidos de cambiarlos: no se abandonan las ideas que se poseen sólo

porque hayan sido cuestionadas por ciertos contraejemplos, anomalías o casos raros. Muchas de estas ideas les han sido útiles a los niños en su vida diaria durante años, son coherentes entre sí, al menos para cada fenómeno en cuestión, y son compartidas por su grupo social (de hecho, allí es donde a menudo las han aprendido los estudiantes, sumando la transmisión a la experiencia directa). En algunas ocasiones, los alumnos ni siquiera perciben los contraejemplos. O, si los observan, los consideran como a favor de sus teorías, pues no los ven como los ve el científico: no obtienen de ellos los mismos datos ni los interpretan de la misma manera. En otras ocasiones, sí aprecian que hay una disonancia, pero entonces rechazan la evidencia como un caso excepcional, o como signo de que algo salió mal en el experimento, lo cual, por cierto, es un proceder similar al que siguen los científicos cuando las evidencias refutan su teoría (Hein, 1968; Giordan, 1985; Linn y Songer, 1991).

4. La compleja trama de la mente

Sería más sencillo plantearse el llamado cambio conceptual si los conceptos se aprendieran de manera aislada y se manejaran uno a uno, sacándolos en cada caso de su cajoncito particular. Pero, gracias a la investigación psicológica y pedagógica, entendemos que la mente no funciona así. Ella organiza las nociones, las entrelaza de manera compleja, constituyendo lo que podríamos representar como diversas redes más o menos solapadas o, incluso, jerarquizadas. Cada concepto forma parte entonces de una cierta estructura o estructuras, y el aprendiz tratará de engarzar los conceptos nuevos en alguna de esas estructuras («mini-teorías») ya existentes.

Puede ser que la noción que se esté aprendiendo sea coherente con lo que ya la persona sabe, con las estructuras que posee. En ese caso, la entrada será fácil y la nueva noción resultará aceptada, incorporada a una estructura existente, a la cual a su vez enriquecerá y cambiará ligeramente.

Resulta también posible que la nueva concepción sea asimilada, pero no adecuadamente, sino deformándola para que calce con la «mini-teoría» que el aprendiz tiene. De esta manera se puede perder la corrección científica de nociones aprendidas.

Puede suceder, por otra parte, que el nuevo saber provoque una profunda reorganización en la estructura cognitiva de la persona, y entre gracias a que ha conseguido reconstruir un «edificio mental» del cual pasa a formar parte. En ocasiones, teorías completas son desechadas, reemplazadas por otras que el aprendiz acepta como mejores. Estos grandes cambios interesan mucho a la formación escolar, pues a la postre eso es lo que se busca: fomentar en cada estudiante la (re)construcción de teorías más complejas y científicamente fundamentadas que las caseras que trae a la escuela. En ocasiones, estas redes nuevas pueden elaborarse sin necesidad de entrar en conflicto con lo ya sabido, al ocuparse de temas antes no considerados, manteniendo quizás apenas algunos puntos de enlace más o menos lejanos con los saberes viejos.

También puede darse otra alternativa: que la nueva concepción no encuentre un sitio al cual pueda vincularse y que la per-

sona no esté dispuesta a un gran cambio conceptual por ella. Entonces será rechazada. O bien, si debe ser aceptada por obligación (para pasar en un examen, por ejemplo) será recordada por breve tiempo para ser luego prontamente olvidada (Cobern, 1996).

Y una curiosa posibilidad adicional es que la persona teja dos redes: una para la calle y otra para la escuela. En efecto, puede ser que entienda las nociones escolares y logre estructurarlas en microconjuntos más estables y organizados, pero que las utilice solamente en el mundo escolar. Cuando sale del aula, el estudiante «baja el interruptor» y aplica sus teorías caseras (Tiberghien, 1994; Vosniadou, 1994).

Se trata en realidad de un fenómeno más general: las personas pueden poseer sistemas de conocimiento diferentes, incluso mutuamente exclusivos, que aplican en oportunidades diferentes de acuerdo al contexto (Medvitz, 1996). Esta capacidad resulta a veces adaptativa y nos permite desenvolvernos mejor en la realidad. Pero aplicada sistemáticamente a los saberes escolares conduce a consecuencias muy negativas: las enseñanzas de la escuela no sirven entonces para lograr mejores formas de comprensión y de acción en el mundo, sino que sólo se usan dentro del estrecho recinto del aula. El esfuerzo educativo ha fracasado en estos casos.

La investigación está lejos de haber clarificado suficientemente temas tan complejos como los que se refieren al aprendizaje, el funcionamiento de la mente, la organización de los conocimientos personales, etcétera. Sin embargo, lo que tentativamente

presentamos, recogiendo de modo algo ecléctico postulados de diversos teóricos del aprendizaje y el desarrollo, y siguiendo más o menos cercanamente a especialistas en enseñanza de las ciencias (Strike y Posner, 1985; Claxton, 1994; Duckworth, 1988), tiene cierta base empírica y nos ayuda a ir entendiendo los procesos que vive quien aprende.

Sería riesgoso tomar de manera muy estática la metáfora de las redes nocionales, como estructuras rígidas, petrificadas, existentes en la mente. No debemos perder de vista la fluidez en los contenidos mentales, su carácter dinámico (Caravita y Halldén, 1994). En todo caso, no hablamos aquí de cómo están *guardados* los conceptos en nuestra memoria a largo plazo, sino de cómo *opera* nuestra mente con ellos.

5. Los diferentes niveles de las concepciones

Hasta hace poco, muchos hablaban de las concepciones alternativas como si todas fueran de la misma naturaleza. Pero ya varios autores comienzan a destacar que bajo ese nombre estamos agrupando nociones en realidad muy distintas.

Mencionamos antes que el origen de las concepciones puede ser diferente: la experiencia directa, la transmisión social informal, la escuela, o una combinación de estas fuentes. Pero la diferenciación puede ir más allá. Brown (1993) señala que los componentes de las concepciones alternativas pueden estar a cuatro niveles: conocimiento verbal-simbólico, modelos conscientes, modelos implícitos e intuiciones núcleo (*core intuitions*).

El conocimiento verbal-simbólico, representado por proposiciones verbales o quizás mapas de conceptos, se emplea intencionalmente, puede referirse a un campo general o a uno específico, aunque esto último es lo más probable, y resulta discontinuo o discreto.

Los modelos conscientes también se usan intencionalmente y se refieren a campos específicos, pero no están formados por proposiciones verbales sino por imágenes (o componentes «imagísticos») visuales, auditivas, táctiles, kinestésicas, etcétera. Brown indica que tales imágenes no son entonces discretas sino análogas. Muchos estudiantes, por ejemplo, al pensar acerca de circuitos eléctricos parecen emplear un modelo visualizable de una especie de sustancia fluida que circula por los cables.

Los modelos implícitos, a diferencia de los modelos conscientes y como su nombre lo indica, se emplean automáticamente. Brown, citando a Duckworth (1990), menciona el caso de estudiantes adultos que parecían tener el modelo implícito, no consciente, de que el espejo ofrece como una fotografía de la realidad; por ello se quedaron muy confundidos cuando se dieron cuenta de que diferentes personas podían estar viendo cosas completamente diferentes en el mismo espejo, de acuerdo a su ubicación.

Las intuiciones núcleo son similares a los modelos implícitos, pero en vez de referirse a un campo específico son generales, muy amplias. Ellas constituyen los componentes más profundos y más firmemente enraizados de las concepciones alternativas, por lo que pueden erigirse en las ba-

rreras más serias a la comprensión. Sería el caso de nociones como «un mayor esfuerzo causa un mayor efecto y una mayor resistencia causa un menor efecto». Tales nociones no son de por sí falsas, pero pueden llevar a concepciones erróneas en ciertas circunstancias: por ejemplo, pueden estar detrás de la idea de que los objetos pesados caen más rápido que los livianos.

Nótese que hemos hablado de «componentes», porque para Brown las concepciones estudiantiles son conjuntos formados por elementos de estos diversos tipos, casi nunca están constituidas por un solo tipo de los descritos.

Por su parte Vosniadou (1994), estudiando el campo de las ideas comunes en temas de física, plantea la posibilidad de que tengamos no sólo teorías legas específicas, sino también una *teoría marco* mucho más abarcadora, construida desde la más temprana infancia. Esta teoría marco estaría formada por ciertas presuposiciones básicas, tanto epistemológicas como ontológicas, de las que la persona no sería consciente pero que actuarían en su comprensión global del mundo. Por ejemplo, entre las epistemológicas podría estar la idea de que «las cosas son como aparecen a nuestros sentidos», «las cosas son sencillamente como las percibimos nosotros». Y entre las ontológicas figurarían la presuposición de que el espacio está organizado en términos de las direcciones arriba y abajo con respecto a un suelo plano, la presuposición de que todo objeto sin soporte cae hacia abajo y la de que el calor y el frío son propiedades de los objetos. Los cambios conceptuales más difíciles, dice Vosniadou, serían los que afectan a nuestra teoría marco.

Wellman y Gelman (citados por Flavell, 1992), presentan evidencias que sugieren que los niños elaboran teorías fundacionales o marco en al menos tres áreas: física, biología y psicología. La teoría fundacional física incluye la comprensión de las propiedades físicas y el comportamiento de los objetos inanimados y sus interacciones físico-causales. La teoría psicológica consiste en el conocimiento que tienen los niños de los estados mentales y de cómo esos estados interaccionan de manera causal unos con otros, con el *input* del ambiente y con el *output* conductual. La biología infantil comprende una ontología de los tipos biológicos (animal, planta, ser vivo, ser no vivo...), así como creencias acerca de mecanismos biológico-causales que afectan a estos tipos.

Estos aportes enriquecen nuestra visión de las llamadas concepciones alternativas: ya no podemos considerarlas simplemente como nociones sueltas y verbalizables, sobre éste o aquél tema, apreciamos ahora cómo pueden formar parte de entramados con componentes conscientes y no conscientes, y cómo pueden tener raíces más o menos profundas en poderosas y abarcales teorías marco.

6. Una transformación compleja y lenta

El cambio de conceptos, proposiciones y teorías que se sostengan y/o el desarrollo de otros nuevos no es entonces un asunto fácil: se trata de un proceso complejo y lento (Lovell, 1984), que puede extenderse a lo largo de varios años, y que se sucede con avances y retrocesos, indecisiones y errores. En rigor, no termina nunca, pues siempre pueden irse logrando nuevas relaciones y nuevas vinculaciones, que le confieran

un significado distinto a los conceptos que se poseen y/o que permitan elaborar otros nuevos.

Aunque los niños no rechazarán sus concepciones de un día para el otro, sí pueden ser ayudados al cambio. Puede resultarles de ayuda constatar, como señalan Posner y otros (1982), que a lo largo del tiempo algunas de sus concepciones repetidamente no les sirven para explicar las cosas, y reconocer que hay otras concepciones distintas que ellos pueden adoptar, y que encuentran comprensibles, plausibles, más exitosas y fructíferas.

Sin embargo, el proceso no depende sólo ni necesariamente de conflictos cognitivos, sino también de éxitos y de extensiones de las ideas a nuevos campos, de planteamiento de nuevos interrogantes, de apertura a situaciones novedosas, de vivencias directas enriquecedoras y de interacciones repetidas con otros cuyas ideas difieran total o parcialmente de las nuestras (Fernández y Melero, 1995).

Incluso el rechazo de una concepción o el relegamiento de una mini-teoría para adoptar otra nueva, siendo cambios radicales, no son, a pesar de ello, abruptos, sino graduales (Strike y Posner, 1985).

Por otra parte, los cambios conceptuales no ocurren aisladamente, sino relacionándose unos con otros: el aprendizaje en un cierto campo puede llevar a cambios en varios conceptos más o menos contemporáneamente (Caravita y Halldén, 1994).

Es demasiado simplista suponer que un buen día el aprendiz va a desechar una

vieja preconcepción determinada para adoptar el concepto científico. Durante mucho tiempo, los viejos conceptos pueden coexistir con los nuevos, usándose unos u otros según la ocasión, o bien manteniéndose elementos de la vieja concepción mientras se incorporan gradualmente otros elementos de la nueva (Tyson y otros, 1997). De hecho, es posible que esta situación se haga permanente. No siempre ello es negativo, porque, como hemos reconocido, a veces requerimos usar concepciones diferentes en distintos contextos. Por ejemplo, un ingeniero en su trabajo con materiales maneja una concepción de *dureza* que no es la misma que usa en sus conversaciones con amigos o familiares. En estas situaciones lo que interesa es que los estudiantes sepan bien cuándo usar una concepción y cuándo usar otra, es decir, que puedan delimitar acertadamente los contextos de uso (Mortimer, 1995). Pero lo que nos parece muy pernicioso es que los niños y niñas elaboren teorías escolares paralelas a sus teorías vulgares, y que para interpretar el mundo y para actuar en él usen mucho más las segundas que las primeras.

En el proceso de transformación de las concepciones destaca el papel intensamente activo del aprendiz, muy lejos de la imagen usual del alumno pasivo que copia del texto las respuestas a un cuestionario mientras piensa en otra cosa. El aprendiz debe movilizar su mente para poder aprender: tiene que atender selectivamente a ciertas condiciones de su ambiente, tiene que activar sus conocimientos previos, debe tratar de incorporar las nuevas nociones a las redes que posee o bien reestructurar éstas o generar otras, requiere desarrollar pro-

cesos metacognitivos de control y autoevaluación del proceso, y necesita perseverar.

7. El papel de lo afectivo: más allá del cambio conceptual frío

No podemos olvidar los importantísimos factores afectivos involucrados en el avance cognitivo: el deseo de poner a prueba lo que uno sabe y la apertura al cambio, la afinidad entre la noción que se propone y ciertos rasgos afectivos o valorativos o ciertas «grandes concepciones sobre el mundo» del aprendiz, la confianza en sí mismo o sí misma del estudiante en el contexto del aula.

Lo que es más, para cambiar gracias a la acción escolar, los niños deben estar interesados en el proceso de aprendizaje y receptivos a sus retos, y deben vivir la experiencia escolar como algo verdaderamente suyo.

Durante años, se trabajó sobre el cambio conceptual ignorando o relegando estos factores afectivos, que sólo en los últimos tiempos empiezan a ser reconocidos (Strike y Posner, 1992; Pintrich, Marx y Boyle, 1993; Tyson y otros, 1997). Así, Pintrich, Marx y Boyle (1993) señalan que los modelos «fríos» de cambio conceptual, que sólo toman en cuenta factores cognitivos resultan insuficientes para explicar este proceso. Hace falta atender a factores motivacionales y a factores contextuales del salón de clases. Entre los factores motivacionales que deberíamos considerar señalan, por una parte, aquéllos vinculados a la relación del aprendiz con la tarea que está realizando: las metas que se plantea (desde sólo pasar la materia hasta comprender de

verdad algo), el interés que tiene y la importancia que le da a lo que está haciendo. Los autores destacan, por otro lado, aquellos aspectos relacionados con las creencias que tenga el estudiante sobre su capacidad para desarrollar la tarea.

Añaden Pintrich, Marx y Boyle que tradicionalmente se creía que los factores motivacionales eran rasgos estables de la personalidad, pero hoy se sabe que estos factores dependen del contexto, de manera que el mismo niño o niña puede aumentar su interés por el aprendizaje escolar o puede ganar en creencias de autoeficacia si el contexto escolar le ayuda a ello.

Las personas no actúan en forma disociada: ahora en el campo cognitivo, más tarde en el afectivo. Por el contrario, las adquisiciones cognitivas están impregnadas de afectividad. Ya Vygotsky (1973) señaló que lo que subyace a un pensamiento es una tendencia afectiva y volitiva. Leontiev (1981) ha remarcado que lo importante no es meramente la comprensión que el aprendiz tenga de la importancia de la tarea, sino el sentido que revista para él, el cual viene determinado por el motivo de la actividad. El sentido dirige los procesos cognoscitivos y los colma de pasión.

Interesa remarcar también la existencia de un conocimiento estratégico o condicional, que permite al aprendiz determinar qué conceptos o procedimientos o, mejor, qué «mini-teorías» debe activar en una circunstancia determinada (Monereo, 1995). En la consideración del aprendizaje como actividad se habla del principio de orientación, el cual abarca el conocimiento del objeto de aprendizaje, de su naturaleza y de

la actividad necesaria para abordarlo (Galperin, 1979). Ciertos rasgos perceptivos y/o ciertos estados emocionales pueden servir como «etiquetas» para indexar las mini-teorías (Claxton, 1994).

Afinidades afectivas, cognitivas y filosóficas favorecen el aprendizaje en grupo (Erickson, 1984). Claro que llevada a su extremo esta afinidad, convertida en uniformidad, sería perjudicial: no existiría confrontación de puntos de vista ni aportes entre los participantes.

Algunos autores sostienen que el cambio conceptual es más probable que tenga lugar cuando los estudiantes piensan que la ciencia es lógica y útil para ellos en su diario tratar con el mundo (Strike y Posner, 1992).

Adicionalmente, el cambio conceptual se puede dificultar por razones epistemológicas: a menudo, por ejemplo, los niños creen que los conocimientos surgen a partir de la observación, de manera sencilla y no problemática. Esta epistemología dificulta el enfrentarse a ideas científicas contraintuitivas, contrarias a las explicaciones «de sentido común». Cuando los estudiantes piensan que los conceptos científicos no son simples sino complejos será más probable que aprendan nociones contraintuitivas (Hynd, Alvermann y Qyan, 1997).

8. La construcción del conocimiento en sociedad

Una característica que nos parece fundamental y sin embargo muy poco considerada por la investigación es que el

proceso de construcción de conocimientos no es un proceso exclusivamente interno, que el aprendiz vive en solitario. Es un proceso que ocurre en «la frontera» entre el aprendiz y su mundo socio-cultural. Específicamente, los intercambios entre niño y maestro, y entre niño y compañeros son parte vital de la construcción de nuevos conocimientos en la mente de cada uno de ellos. El niño puede apropiarse así de estructuras cognitivas complejas que se construyen entre todos, interpsicológicamente (Vygotsky, 1973, 1979; Newman, Griffin y Cole, 1989; Rivière, 1984).

Los otros, especialmente la maestra o el maestro, pueden fabricar andamios que ayuden a los aprendices a ir construyendo o reconstruyendo sus mini-teorías. Posteriormente, estos andamios pueden desmantelarse, cuando ya los estudiantes han consolidado sus nuevas nociones. Hablamos de diálogos, de sugerencias, de contrapropuestas, de lecturas recomendadas, de ayudas en la acción, de modelaje, de indicaciones... que van permitiendo a cada niño ir más lejos de donde alcanzaría a ir por su propia cuenta.

9. Desarrollo psicológico y avance conceptual

El cambio en las mini-teorías infantiles está también condicionado por el desarrollo psicológico general de los niños. Quizás en las últimas décadas se han infravalorado las capacidades de los niños más pequeños y se han sobrevalorado las posibilidades de los mayores. Sin embargo, las diferencias no dejan de ser considerables. Así, grandes conceptos abstractos como energía o sistema no son posiblemente asimilables por niños de nueve o diez años,

aunque sí pueden ellos lograr en ciertos casos un dominio intuitivo de los mismos. En realidad, los alumnos de los primeros grados pueden manejar algunos conceptos alejados de su experiencia concreta, pero la abstracción estará más presente conforme se avance en la escolaridad. Se encuentran también fuera del alcance de los niños pequeños conceptos que implican operaciones complejas, como el establecimiento de relaciones proporcionales; es el caso de conceptos, por ejemplo, como densidad, aceleración o concentración. Igualmente, conviene reservar para años superiores nociones alejadas de lo directamente perceptible.

Las miniteorías de un alumno pequeño serán seguramente menos elaboradas que las de un alumno que termina su escolaridad básica.

Las reflexiones metacognitivas de los más pequeños serán incipientes, aunque sí estarán presentes: incluso niños de cuatro años son capaces, al parecer, de elaborar teorías implícitas sobre el funcionamiento de su propia mente; y niños de siete años aplican de manera intuitiva ciertos metacriterios, como consistencia lógica y consistencia empírica, para seleccionar teorías (Metz, 1995). Pero sólo hacia la adolescencia veremos desplegarse con más fuerza, si las condiciones son las adecuadas, las capacidades de pensar sobre los propios pensamientos.

Sin guiarnos por una concepción demasiado rígida de desarrollo en grandes estadios definidos, sí reconocemos sincronismos y secuencias. Se discute entre los especialistas si los cambios son cualitativos: sal-

tos entre maneras de pensar radicalmente diferentes, o más bien cuantitativos: cambios debidos a la acumulación grano a grano de avances mentales. Lo que parece cierto es que, en general, es necesario llegar a la adolescencia, habiendo recibido los estímulos suficientes, para dominar habilidades como controlar acertadamente diversas variables a la vez, lograr compensaciones multiplicativas, realizar cabalmente combinatorias, o razonar en términos de probabilidades estadísticas.

La experiencia acumulada con múltiples situaciones, la ampliación de su acervo de conocimientos, las asimilaciones y acomodaciones diversas que va haciendo el aprendiz en interacción con su medio sociocultural, hacia la equilibración dinámica planteada por Piaget, y quizá, cambios en la capacidad de la memoria de trabajo o en su habilidad de agrupar la información en paquetes cada vez más grandes (Linn y Songer, 1991), son factores que permitirán al joven alcanzar estrategias cognitivas cada vez más complejas, tanto específicas como generales, y junto a ellas, y en interacción con ellas, conocimientos declarativos (es decir, nociones sobre el mundo y sus fenómenos) cada vez más sofisticados y cercanos a la verdad científica del momento, aunque *traducidos* por o para el ciudadano, así como procedimientos metacognitivos crecientemente poderosos y lúcidos.

Hoy sabemos que, aunque hay al parecer una capacidad general de manejar e interpretar información que aumenta con la edad, también los contenidos de una tarea influyen en su resolución. Así, no siempre se tienen herramientas procedi-

mentales neutras con las cuales actuar en cualquier área sin más. Sino que sería más común la existencia de una armazón en evolución de herramientas que gradualmente se van aplicando a distintas áreas, pero entendiendo éstas de manera amplia (física o biología, por ejemplo) y no en forma restringida. Es decir, si bien ha perdido fuerza una propuesta de desarrollo en grandes estadios generales, la mayoría de los psicólogos tampoco favorece la idea de una mente formada por múltiples «mentecitas», cada una funcionando por su cuenta según el tema y la situación. Hay en cada persona una mirada o punto de vista predominante, por decirlo así, si bien se dan interacciones entre contenidos de la tarea y operaciones intelectuales aplicadas.

Durante sus primeros dos años de vida, las niñas y niños manifiestan un desarrollo mental bastante común y homogéneo. Pero progresivamente van aumentando las diferencias entre ellos. Hasta el punto que ciertas capacidades, particularmente aquellas que la escuela de Ginebra ha denominado «pensamiento formal» y que se evidencian en algunas personas a partir de la adolescencia, no llegan a ponerse de manifiesto en sectores apreciables de la población. Al parecer, todos podemos llegar a desarrollar las operaciones concretas piagetianas, pero si no recibimos estímulos esenciales del ambiente no lograremos pasar de allí, a pesar de tener las potencialidades para ello. Por tanto, se agiganta la labor de la escuela, que está llamada a garantizar, programando las condiciones ambientales y los apoyos necesarios acordes con las características de los niños, que todos puedan alcanzar los máximos niveles de desarrollo mental de los que son, como humanos, capaces.

Sin embargo, el desarrollo es mucho más que actualización de potencialidades. Las visiones fijistas de este proceso son erróneas y perjudiciales: el desarrollo no es meramente un despliegue de lo que ya estaba inscrito en el niño y no se dirige hacia un fin predeterminado. Es conveniente guiarse por una concepción más dinámica y compleja, más contextual-dialéctica: el desarrollo está conformado por procesos abiertos —si bien tendentes a la integración—, multidimensionales y multidireccionales; y la interacción recíproca del niño con su medio social y físico puede ir abriendo (¡o cerrando!) posibilidades (Wallon, 1980; Vygotsky, 1979; Baltes, 1985).

Las diferencias en su desarrollo psicológico entre niños menores y mayorcitos no significan, ni mucho menos, reducir a los primeros a actividades simples y rutinarias en ambientes empobrecidos. Ni tampoco concebir a los pequeños como «carentes de» o «pre-esto» y «pre-aquello». Ellos poseen una mente rica y poderosa, en plena evolución. La escuela no tiene que ir detrás del desarrollo, sino delante de él, como han señalado Vygotsky y también Wallon. En este sentido, de lo que se trata es de ir juiciosa y paulatinamente ofreciéndoles oportunidades a los niños de realizar acciones cada vez más complejas y de manejar contenidos cada vez más abstractos, apoyándolos en sus esfuerzos por comprender y actuar.

10. Una acción escolar para la formación de ciudadanos cultos y críticos

Para formar al ciudadano y a la ciudadana cultos y críticos necesitamos trabajar las nociones científicas y tecnológicas en un contexto más amplio que el del especia-

lista. Y, desde luego, mucho más amplio que el del investigador en ciencia básica. Debemos abordarlas a partir de situaciones sociales y personales que, de alguna manera, toquen la vida de los alumnos, vinculándolas con nociones de otros muy diversos campos del saber y áreas de acción humana: desde la economía a la ética, de la política al arte.

El permanente contacto con el mundo de afuera, la indagación sobre temas «de la vida real», los canales para que la realidad exterior entre al aula y sea objeto de estudio en ella, nos parecen fundamentales en el desarrollo de la mentalidad legada más compleja.

No se trata de tener sesiones de «cambio conceptual» o de «conflicto cognitivo para el cambio», sino de contar con situaciones diversas, de indagación, discusión, acción y comunicación, dentro de las cuales los niños puedan expresar libremente sus ideas y suposiciones, confrontarlas con las de sus compañeros, libros y maestro, observar múltiples fenómenos, diseñar y realizar experiencias, probar sus ideas en la interpretación de observaciones y actividades realizadas, y abordar cada temática no en una sola oportunidad, sino en momentos y contextos variados que surjan a lo largo del tiempo. Así irán presentándose de manera natural y no forzada los conflictos cognitivos y las oportunidades para el avance conceptual (Lacueva, 1996).

Deseamos evitar que el conocimiento se «encapsule», se encierre en pequeños compartimentos estancos, y por ello defendemos el ir y venir entre nociones generales y casos particulares diversos, donde se

apliquen nociones ya conocidas o que lleven a buscarlas, y que ayuden a ir las generalizando y, a la vez, a ir las contextualizando de manera crecientemente apropiada. Se ha destacado cómo Vygotsky defendió este movimiento de vaivén en la construcción por los escolares de los conceptos científicos (Howe, 1996).

Creemos que los siguientes lineamientos son importantes para una enseñanza escolar fomentadora de una racionalidad legítima de alto nivel (Lacueva, 1993, 1997):

- * partir de lo que los niños ya saben para que sigan trabajando hacia nuevos logros,
- * propiciar múltiples experiencias, que amplíen la base de familiarización de los pequeños con fenómenos muy diversos, y que los pongan en contacto con concepciones variadas,
- * centrar el grueso del trabajo en proyectos de investigación, sugeridos o escogidos por los niños, y cuyo curso de acción esté determinado por ellos, con ayuda del docente. En estas actividades los alumnos deben poner en juego sus teorías, confrontándolas con la experiencia directa y con las ideas de compañeros, maestro, libros y otras fuentes,
- * concebir la evaluación no como castigo o premio sino como una ayuda para seguir aprendiendo,
- * potenciar el creciente control de los niños sobre sus actividades de aprendizaje y, en general, sobre su vida escolar, tendiendo hacia una escuela de vida democrática,

- * facilitar la cooperación entre los estudiantes y entre éstos y los docentes,
- * defender la constitución de un medio escolar con recursos diversos y abundantes que permitan el trabajo investigativo,
- * propiciar el uso de múltiples fuentes de información, de la más alta calidad posible,
- * en conjunto, tender hacia la construcción de un ambiente escolar culturalmente fértil y retador, vinculado al mundo, afectivamente cálido, donde los niños puedan ir ganando control sobre su aprendizaje, y donde vivan múltiples experiencias formativas, en intercambio con sus compañeros y docente, participando de actividades que pidan y esperen lo mejor de ellos y los pongan en relación fructífera con quienes pueden llevarlos «más allá» (educador, libros, expertos externos...).

Esta enseñanza se nos asemeja a un largo viaje, que los niños emprenden al iniciar su escolaridad y que los va a llevar por parajes ricos y diversos llenos de retos y enigmas, contando con el apoyo de maestros-guías o baqueanos, pero sin dejar ellos de participar en la conducción de su propia travesía.

Dirección de la autora. Aurora Lacueva. Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos. Caracas, 1051. Venezuela. Correo electrónico: cdeucv@camelot.rect.ucv.ve

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 2.XII.1999

Bibliografía

- BALTES, P. B. (1985) Psicología evolutiva del ciclo vital. Algunas observaciones convergentes sobre historia y teoría, en MARCHESI, A., CARRETERO, M. y PALACIOS, J. (comps.) *Psicología Evolutiva. I. Teorías y métodos* (Madrid, Alianza). 2a. ed., pp. 243-263. Orig. en Baltes, P. B. y Brim, jr., O. G., eds. *Life-Span development and behavior* (New York, Academic Press), 1979, pp. 255-279.
- BROWN, D. E. (1993) Refocusing core intuitions: a concretizing role for analogy in conceptual change, *Journal of Research in Science Teaching*, 30:10, pp. 1273-1290.
- CARAVITA, S. y HALLDEN, O. (1994) Re-framing the problem of conceptual change, *Learning and Instruction*, 4, pp. 89-111.
- CARRETERO, M. y ASENSIO, M. (1988) La enseñanza de las ciencias sociales: aspectos cognitivos y psicopedagógicos, en HUARTE, pp. 205-221.
- CLAXTON, G. (1994) *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Col. Aprendizaje (Madrid, Visor). Orig. *Educating the Inquiring Mind*, 1991.
- COBERN, W. W. (1996) Worldview theory and conceptual change in science education, *Science Education*, 80:5, pp. 579-610.
- DELVAL, J. (1988) La construcción espontánea de las nociones sociales y su enseñanza, en HUARTE, pp. 184-204.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (Madrid, M.E.C. / Morata). Orig. *Children's ideas in science*, Open University Press, 1985.
- DUCKWORTH, E. (1988) *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender* (Madrid, Visor / M.E.C.). Orig. *The having of wonderful ideas and other essays on teaching and learning*, Nueva York, Teachers College, Columbia University, 1987.
- DUCKWORTH, E. (1990) Opening the world, en DUCKWORTH, E., EASLEY, J., HAWKINS, D. y HENRIQUES, A. *Science education: A minds-on approach for the elementary years*. (Hillsdale, N.J., Erlbaum).
- UNESCO, I. y NAVARRO, A. (1996) El conocimiento social, *Cuadernos de Pedagogía*, 244, pp. 69-75.
- ERICKSON, G. L. (1984) *Some issues on cognitive structure and cognitive change in science education: one perspective from North America*. Trabajo presentado al Simposio sobre Estructura Cognitiva y Cambio Cognitivo del encuentro de 1984 de la American Educational Research Association. New Orleans, Louisiana, EEUU. Mimeo.
- FERNÁNDEZ BERROCAL, P. y MELERO ZABAL, M. A. (1995) Piaget, el conflicto sociocognitivo y sus límites, en de los mismos autores (comps.), *La interacción social en contextos educativos* (Madrid, Siglo XXI de España), pp. 3-34.
- FLAVELL, J. H. (1992) Cognitive Development: Past, Present and Future, *Developmental Psychology*, 28: 6, pp. 998-1005.
- GALPERIN, P. Y. (1979) *Introducción a la Psicología. Un enfoque dialéctico* (Madrid, Pablo del Río). Orig. *Vvedenie v Psichologiv* (Moscú, Universidad Estatal de Moscú, 1976).
- GIL PÉREZ, D. (1993) Enseñanza de las Ciencias, en GIL PÉREZ, D. y DE GUZMÁN, M., *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e innovaciones*. Serie Educación, Ciencia, Tecnología (Madrid, O.E.I. / Popular), pp. 15-92.
- GIORDAN, A. (1985) Interés didáctico de los errores de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 3: 1, pp. 11-17.
- HEIN, G. E. (1968) *Children's science is another culture* (Stanford, Cal., Stanford University, School of Education) Mimeo. Reproducido de *Technology Review*, December.
- HEWSON, M. G. A'B. (1985) The role of intellectual environment in the origin of conceptions: an exploratory study, en WEST y PINES, pp. 153-161.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1988) *La ciencia de los alumnos* (Barcelona, Laia / M.E.C.) (Segunda edición: Sevilla, Díada, 1991).
- HOWE, A. C. (1996) Development of Science Concepts within a Vygotskian Framework, *Science Education*, 80: 1, pp. 35-51.
- HUARTE, F., (Coor.) (1988) *Temas actuales sobre Psicopedagogía y Didáctica* (Madrid, Narcea).
- HYND, C., ALVERMANN, D. y QIAN, G. (1997) Preservice Elementary School Teachers' Conceptual Change about Projectile Motion: Refutation Text, Demonstration, Affective Factors, and Relevance, *Science Education*, 81:1, pp. 1-27.

- LACUEVA, A. (1993) *Por una didáctica a favor del niño*. Col. Cuadernos de Educación, N.º 144. (Caracas, Laboratorio Educativo). 2.ª edición en 1997.
- LACUEVA, A. (1996) *Las Ciencias Naturales en la Escuela Básica*. Col. Procesos Educativos, N.º 10. (Caracas, Fe y Alegría).
- LACUEVA, A. (1997) Retos y propuestas para una didáctica contextualizada y crítica, *Educación y Pedagogía*, IX: 18, pp. 39-82.
- LEONTIEV, A. N. (1981) Cuestiones psicológicas de la teoría de la conciencia, en *Actividad. Conciencia. Personalidad* (La Habana, Pueblo y Educación), pp. 192-249. 1a. reimpresión, 1982. (Editado originalmente en 1954).
- LINN, M. C. y SONGER, N. B. (1991) Cognitive and Conceptual Change in Adolescence, *American Journal of Education*, 77:4, pp. 379-418.
- LOVELL, K. (1984) *Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños* (Madrid, Morata). 5a. edición. Orig. *The growth of basic mathematical and scientific concepts in children* (Londres, Hodder & Stoughton, 1966).
- MEDVITZ, A. G. (1996) *Science, schools and culture: the complexity of reform in science education*, Ponencia presentada en el Octavo Simposio de la International Organization of Science and Technology Education (IOSTE). Edmonton, Alberta, Canadá. 17 al 22 de Agosto.
- METZ, K. E. (1995) Reassessment of developmental constraints on children's science instruction, *Review of Educational Research*, 65:2, pp. 93-127.
- MONEREO, C. (1995) De los procedimientos a las estrategias: implicaciones para el Proyecto Curricular Investigación y Renovación Escolar (IRES), *Investigación en la Escuela*, 27, pp. 21-38.
- MORTIMER, E. F. (1995) Conceptual change or conceptual profile change?, *Science & Education*, 4, pp. 267-285.
- NEWMAN, D.; GRIFFIN, P. y COLE, M. (1989) *The construction zone: Working for cognitive change in school* (Cambridge, Cambridge University Press).
- PFUNDT, H. y DUIT, R. (1994) *Students' alternative frameworks and science education* (Kiel, Institute for Science Education, Universitat Kiel). 4a. ed.
- PINTRICH, P. R., MARX, R. W. y BOYLE, R. A. (1993) Beyond cold conceptual change. The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, *Review of Educational Research*, 63, pp. 167-200.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. y GERTZOG, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66:2, pp. 211-227.
- POZO, J. I. (1996) Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas, *Alambique*, 7, pp. 18-26.
- RIVIÈRE, A. (1984) La psicología de Vygotski: sobre la larga proyección de una corta biografía, *Infancia y Aprendizaje*, 27/28, pp. 7-86.
- STRIKE, K. A. y POSNER, G. J. (1985) A conceptual change view of learning and understanding, en WEST y PINES, pp. 211-231.
- STRIKE, K. A. y POSNER, G. J. (1992) A revisionist theory of conceptual change, en DUSCHL, R. y HAMILTON, R. (eds.) *Philosophy of science, cognitive science and educational theory and practice* (Albany, NY, SUNY Press).
- TIBERGHEN, A. (1994) Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations, *Learning and Instruction*, 4, pp. 71-87.
- TYSON, L. M., VENVILLE, G. J., HARRISON, A. G. y TREAGUST, D. F. (1997) A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom, *Science Education*, 81: 4, pp. 387-404.
- VOSNIADOU, S. (1994) Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, 4, pp. 45-69.
- VYGOTSKY, L. S. (1973) Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar, en LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N., VYGOTSKY, L. S. y otros *Psicología y Pedagogía* (Madrid, Akal), pp. 23-29.
- VYGOTSKY, L. S. (1979) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (Barcelona, Crítica / Grijalbo).
- WALLON, H. (1980) *Psicología del Niño. Vols. I y II*. Edición a cargo de J. Palacios (Madrid, Pablo del Río).
- WEST, L. H. T. y PINES, A. L. (eds.) (1985) *Cognitive structure and conceptual change* (Orlando / New York / London / Sydney, Academic Press).

SUMMARY: Conceptual change at school.

Short-term strategies for conceptual change, based in the generation of a cognitive conflict, have proved unsuccessful in many cases. So-called alternative conceptions extended and mixed in diverse fields beyond the sciences, tend to be organized in more or less diffuse lay mini-theories, have components at different levels of specificity and consciousness, and may be based in strong framework theories. Lay theories differ from scientific ones not only in their content, but also in the nature of their conceptualizations, in their methodology and even in their epistemology. Although the embryos of scientific theories can be constructed during the basic school years, the main effort has to be directed towards the complexification of everyday theories. That calls for a rich, warm and democratic school environment, centered in project-learning and open to the outside world.

KEY WORDS: Primary education, science education, conceptual change, alternative conceptions, everyday cognition, complex thinking.