

# ¿A qué nos referimos cuando hablamos del nivel de estructuración de las concepciones de los alumnos?

José M<sup>a</sup> Oliva Martínez  
Asesor de Ciencias Experimentales (\*)



## RESUMEN

*En este trabajo se realiza un análisis de las distintas acepciones empleadas en la bibliografía a la hora de hablar del nivel de estructuración de las concepciones de los alumnos en ciencias. Así mismo se precisa qué tipo de descriptores se utilizan en los distintos casos, y se critica la fuerte confusión existente en el uso de esos términos a través de la literatura.*

## Introducción

A medida que el enfoque de las concepciones alternativas ha ido adquiriendo madurez ha ido surgiendo también una corriente interna de opinión que ha cuestionado algunas de las características de este tipo de trabajos. Se ha objetado, por ejemplo, la ausencia de marcos teóricos fundamentados que sirvan de base a este tipo de investigaciones, así como el enfoque descriptivo que ha primado en la mayoría de los casos en los que apenas se ha superado la fase de detección y clasificación de ideas en distintas áreas (Pozo y otros, 1991). También se ha criticado la variedad de descriptores empleados a la hora de denominar a "lo que el alumno ya sabe" y la ambigüedad de las características y propiedades que suelen asignárseles (Abimbola, 1988; Cubero, 1988, 1994; Jiménez y otros, 1994).

Desde esta corriente crítica se sostiene que los estudios de esta índole deberían de pasar por un período de clarificación

teórica, terminológica y también metodológica, que pudiera arrojar luz sobre las fuentes de confusión existentes. De hecho, estas deficiencias en el plano teórico y, consecuentemente, también en el plano metodológico (Pozo, 1993) son las que podrían haber limitado la posibilidad de formular hipótesis susceptibles de ser contrastadas. Ello de alguna forma habría servido para preservar los fundamentos de esta línea de investigación de cualquier intento de refutación empírica, pero también la habrían imposibilitado para alcanzar el nivel de avance y desarrollo que de la misma se esperaba. Como ha señalado Monk (1995), esta superficialidad en la que se han movido la mayoría de estos estudios ha dificultado el diseño de tratamientos dirigidos a que los alumnos progresen en su desarrollo cognitivo, o que contemplen la posibilidad de diversificar actividades en función de distintos niveles de comportamiento posibles. Según el citado autor, cualquier esquema de trabajo que se oriente bajo estas intenciones, de-

(\*) Centro de Profesorado de Cádiz. c/ Nueva de Puntales s/n 11011 Cádiz.



bería de pasar por una visión más estructurada y dinámica de las creencias de los alumnos que pudiese dar cuenta de los datos hoy disponibles.

Un término empleado con cierta asiduidad en este campo es el del nivel de estructuración u organización que presentan las concepciones. Se suele hablar de casos, por ejemplo, en los que las ideas ostentan un alto índice de estructuración interna, mientras que en otros se dice que se trata de ideas poco definidas y dispersas. Esta noción se ha utilizado con distintas acepciones como trataremos de ver después. En ocasiones, algunas han servido para juzgar el tipo de terminología usada para nombrar las concepciones: ideas previas, esquemas conceptuales, etc. (Jiménez y otros, 1994); y en otras, se han relacionado también con la mayor o menor persistencia que presentan a través de la instrucción (Hewson, 1990; Carrascosa y Gil, 1992; Astolfi, 1994).

Por su parte, Monk (1995) en el trabajo citado anteriormente, identifica cinco principios de la ciencia que pueden ser útiles en el estudio de las concepciones de los alumnos. Entre ellos, aparece un principio de estructuración como criterio que hay que tener en cuenta a la hora de analizar las concepciones. Para este autor, las concepciones de los alumnos sobre fenómenos científicos no serían un conjunto de entidades dispersas sino que se organizarían en esquemas de más alto nivel, siguiendo un símil, de un modo semejante a como se organizan las estrellas, galaxias y grupos de galaxias. Por otro lado, Pozo en sus trabajos (Pozo y otros, 1991) otorga a las ideas una naturaleza difusa semejante a la que la Psicología cognitiva establece para las teorías implícitas de sentido común, pero postula para las mismas un cierto grado de estructuración a medio camino entre la que formula la teoría de las etapas de Piaget y la que propone el enfoque de las concepciones alternativas.

Con el ánimo de contribuir al tipo de clarificación teórica y terminológica de la que venimos hablando, el presente trabajo reflexiona sobre qué solemos entender los investigadores cuando hablamos acerca del nivel de estructuración de las concepciones de los alumnos. Un análisis del significado que los diversos autores otorgan a este término conduce a una cuádruple dimensión para el mismo: a) como nivel de conexión entre distintas ideas, b) como invarianza que presentan en función del contexto, c) como grado de regularidad que se observa en los esquemas en que subyacen algunas concepciones, o d) como ausencia o no de contradicciones en el proceso de argumentación lógica. A continuación analizaremos una por una todas estas dimensiones, así como a estudiar la terminología empleada en cada caso.

### **La idea de estructuración como grado de interrelación de ideas**

Nos referimos al mayor o menor grado de articulación y de conexión lógica que mantienen entre sí las distintas concepciones. Parece ser un hecho asumido que el compromiso del alumno con un sistema de ideas o argumentos es tanto mayor cuanto mayor es también el grado de relación interna que existe entre sus elementos, es decir entre los distintos conceptos o esquemas elementales que en él participan. El propio criterio de *inteligibilidad* del modelo de Posner y otros (1982) encuentra aquí cabida teniendo en cuenta que encontrar sentido supone establecer relaciones (Driver, 1986).

Estos vínculos pueden entenderse de dos formas distintas. Por un lado, en términos semánticos, como la cantidad e intensidad de las relaciones que existen en la red de conceptos que posee el sujeto en su cerebro. Por otro, como el conjunto

de reglas, de inferencias articuladas sobre relaciones causales que los sujetos emplean a la hora de elaborar cualquier tipo de argumento lógico. Si existe un cierto grado de relación semántica entre dos nociones o si ambas son empleadas conjuntamente de un modo frecuente en las mismas reglas de inferencia, es probable que la conexión que el sujeto encuentra entre ambas sea fuerte. Estas dos formas de entender la idea de interrelación de conceptos han sido ya apuntadas por Benlloch (1997) cuando distingue entre coherencia conceptual como similitud debida al compartimiento de atributos por parte de diferentes entidades, y coherencia conceptual como fenómeno que ocurre debido a que dos o más entidades conceptuales se relacionan porque forman parte de una misma teoría.

Entre los trabajos que se enmarcan en la primera de las direcciones apuntadas es frecuente el uso de técnicas de "mapeado" de conceptos y pruebas de asociación de ideas. En los mapas conceptuales los parámetros que interesan son los tipos y cantidades de relaciones establecidas por los alumnos, el número de niveles que componen cada jerarquía, sus ramificaciones, y la cantidad de relaciones o referencias cruzadas.

En los estudios de asociación de ideas, interesan sin embargo las frecuencias de cada una de las relaciones establecidas por el grupo, valores que suelen representarse en forma de diagramas de trazos que indican distintos niveles o estratos (Kempa, y Nicholls, 1983; Johnstone y Moynigan, 1985) o en un espacio de dos o más dimensiones aplicando técnicas de escalamiento multidimensional (Mariani y Ogborn, 1991).

En la segunda línea de trabajos se ha intentado comprobar si las distintas ideas y concepciones constituyen un único marco teórico alternativo, o si, por el contrario, conforman microteorías diferentes con

escaso grado de relación entre ellas. Más concretamente, se trata de constatar la existencia, o no, de determinados tipos de explicaciones causales, con algún tipo de relación interna proposicional entre ellas, con un grado de elaboración mayor a los que se infieren de respuestas puntuales y aisladas. La pregunta central en este caso es si las distintas concepciones se coordinan o no entre sí para dar lugar a argumentaciones de más alto nivel, producto de estructuras de conocimiento al estilo de los modelos que elaboran los científicos en sus teorías.

La metodología utilizada en este otro tipo de trabajos es diversa. En unos casos se recurre a estudios de carácter cualitativo en los que se analiza la secuencia de argumentaciones causales que da un mismo sujeto en distintas ocasiones a lo largo de una entrevista (Gutiérrez y Ogborn, 1992). También, en algunos de ellos, se estudia conjuntamente mediante redes tipo *network* (Bliss y otros, 1983) las opiniones que aportan los sujetos en torno a un conjunto de facetas del fenómeno en estudio. En otras ocasiones se recurre a estudios de corte cuantitativo, en los que se realiza un análisis de correlaciones entre los resultados de distintas tareas (Pozo, 1987; Núñez y Banet, 1996) o incluso se llegan a aplicar técnicas de análisis factorial y de análisis de *cluster* (Kuiper, 1994). Ejemplos de estudios híbridos entre ambos los encontramos en Whitelock (1991) y Greca y Moreira (1997).

La constatación del grado de estructuración de los esquemas de los alumnos no acaba en este tipo de estudios. Otra preocupación que ha estado presente es la de comprobar si existen o no aspectos comunes entre concepciones formuladas en diversas tareas, a modo de formas de razonamiento más generales que las respuestas que se ofrecen en tareas particulares. A este tema dirigiremos la atención en el apartado que sigue.

## La independencia del contexto como indicador del nivel de estructuración

Se suele considerar que son aquellas concepciones que se repiten a través de diferentes tareas aquéllas también sobre las cuales los alumnos mantienen un grado de compromiso cognitivo superior. Mientras tanto, si ideas diferentes aparecen a lo largo de distintas ocasiones, ello suele entenderse como una evidencia de ideas poco definidas.

Este tipo de invarianza se relaciona con otro tipo de criterio utilizado en el modelo de cambio conceptual. Concretamente nos referimos al criterio de utilidad, entendida como capacidad de las ideas para explicar y predecir el resultado de un cierto número de fenómenos. Si las ideas son empleadas en fuerte dependencia del contexto, su poder estructurador será escaso y su posible utilidad lo será también. Por el contrario, si una misma idea resulta útil al alumno para explicar situaciones diversas operando de un modo consistente, probablemente mantendrá sobre ella un mayor grado de confianza y un compromiso cognitivo también mayor.

Como ya hemos señalado en una revisión realizada sobre el tema (Oliva, 1996) los estudios de esta índole son importantes para comprender la génesis, naturaleza y evolución de las ideas (Engel Clough y Driver, 1986; Pozo y otros, 1991, 1995), y sus resultados han de contribuir al debate sobre las estrategias más convenientes con vistas al cambio conceptual (Pintó y otros, 1996).

A la hora de evaluar estos criterios los indicadores empleados no siempre han sido los mismos. En unos casos, el contexto viene delimitado por factores que no alteran sustancialmente el tipo de explicación que reclaman para la tarea: sentido del movimiento, trayectoria, condiciones de contorno, etc. En otros, sin embargo, las

modificaciones son más importantes y dependen del dominio de aplicación en el que surgen los conceptos, dentro del cual podemos distinguir un ámbito académico y situaciones típicas de la vida cotidiana. En ambos casos, en el proceso de selección de las situaciones o contextos que se comparan, es el propio investigador el que considera qué contextos o situaciones físicas concretas demandan o no una misma concepción científica para su respuesta. De ahí el sesgo que se introduce desde fuera en este tipo de estudios dado que los criterios podrían ser distintos si se analizan desde la óptica de los alumnos (Engel Clough y Driver, 1986).

Un análisis detenido de las conclusiones a las que se llega en este tipo de trabajos puede encontrarse en Oliva (1996). Aquí no podemos más allá que comentar que, en ellos, normalmente se obtienen niveles de independencia del contexto limitados aunque suelen alcanzar las cotas de significatividad estadística. Es decir, aunque se detecta cierta variabilidad en las concepciones usadas de unos contextos a otros, se aprecia una cierta correlación en las respuestas que dan los sujetos en diferentes ocasiones.

Ese nivel de invarianza en las ideas alternativas cambia con la edad de un modo complejo, de manera que crece con el desarrollo evolutivo (Bliss y otros, 1988; Licht y Thijs, 1990; Oliva, 1999), para luego iniciar un declive cuando comienza el cambio conceptual y se va abandonando su uso en determinadas situaciones (Enderstein y Spargo, 1996).

Por otra parte, algunos de estos estudios han mostrado la dificultad que tienen los alumnos para trasladar las ideas científicas, supuestamente aprendidas, de unos contextos a otros; sobre todo a la hora de aplicar a la experiencia diaria concepciones construidas en contextos académicos muy alejados de la vida diaria, o viceversa (Gómez-Crespo y otros, 1995).

La independencia del contexto constituye, sin duda, uno de los criterios más empleados en la literatura para evaluar el *estatus* de las concepciones de los alumnos. Últimamente, además, muchos investigadores se preguntan si el nivel de generalidad detectado podría llegar aún más lejos y afectar a concepciones diferentes, catalogadas incluso en distintos dominios de la ciencia. A este tipo de estudios nos referimos en el próximo apartado.

### **La estructuración como regularidades detectadas en las concepciones de distintos dominios**

Esta otra acepción de la idea de estructuración se sitúa en las pautas comunes que parecen observarse a través de la amplia gama de concepciones existentes en distintos campos. Desde esta posición, suelen considerarse mejor organizados y, por tanto, de un grado de arraigo también mayor, aquellas ideas que surgen de la aplicación sistemática de esquemas con un cierto grado de generalidad a lo largo de diversos tópicos. En realidad, esta acepción de la idea de estructuración resulta similar a la anterior, si bien aquí el grado de generalidad exigido es todavía mayor dado que se modifica no sólo la situación en la que se aparece el fenómeno, sino también el fenómeno en sí mismo y el dominio de conocimiento implicado. No se trataría ya de evaluar si una misma noción se aplica o no ante diferentes variantes de una misma situación física, sino de comprobar si existen pautas o patrones más generales de razonamientos que estén presentes en las concepciones sobre distintos tópicos de la ciencia.

Un estudio pionero en esta línea es el trabajo de Andersson (1986). En él se propone una misma estructura causal para explicar las concepciones en dominios diversos, como calor y temperatura, electrici-

dad, óptica o mecánica. El esquema consiste en una relación causal por contacto directo entre un agente y un objeto entre los que fluye energía.

Se ha encontrado, por otra parte, una inclinación a analizar los fenómenos a partir de los cambios que en ellos ocurren y no tanto a partir de los estados ni las situaciones de equilibrios que en ellos se verifican (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985). En una línea similar, Watts y Taber (1996) han detectado en diversos temas relacionados con fuerzas, energía, calor, luz y átomos y moléculas, una predisposición a efectuar argumentaciones del tipo 'es natural', 'es normal' o 'es de sentido común'. Se tratan de argumentos centrados en tendencias naturales intrínsecas a los cuerpos en lugar de inferencias lógicas basadas sobre un análisis de los elementos que intervienen en el fenómeno. Este tipo de razonamiento ha sido encontrado también por Acevedo (1990) y por Touger y otros (1995), y suele estar cercano al pensamiento animista y antropocéntrico que ya estudiara Piaget y que ha sido analizado recientemente desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias (Taber y Watts, 1996).

Otra aportación de interés la encontramos en un conjunto de estudios que empiezan con Closset (1983) y que tipifican un esquema de razonamiento causal simple para explicar el comportamiento de sistemas en diferentes fenómenos. En el caso de la aportación de Closset el esquema se denomina de razonamiento secuencial y se refiere a la interpretación de circuitos eléctricos. Muy conectado con este modo de pensamiento se ha encontrado que los alumnos tienden a reducir el número de variables que influyen en un fenómeno en dominios muy diversos de la física (Rozier y Viennot, 1991; Viennot y Ranson, 1992; Maurines, 1992). En conjunto, éste y el anterior conforman un esquema más general denominado razona-

miento causal lineal que refleja la tendencia a establecer razonamientos causales sin ramificar y sin retroacción y la dificultad para interpretar fenómenos que dependen de varios factores (Viennot y Kaminski, 1991).

Finalmente, comentar que autores como Pozo y otros, (1991) han clasificado las diversas tendencias que asoman bajo el vasto catálogo de concepciones existentes identificando tres formas o estructuras mentales. Estas estructuras pueden expresarse como continuos o dimensiones cuyos extremos representan, respectivamente, las formas de pensamiento implícito de sentido común y las de razonamiento científico: (i) Causalidad lineal frente a interacción entre sistemas, (ii) cambio y transformación frente a conservación y equilibrio, y (iii) relaciones cualitativas, frente a esquemas de cuantificación como son los esquemas de proporción, probabilidad o correlación.

Esta idea de "comunalidad" en el conocimiento, llevada hasta sus últimas consecuencias, nos conduciría a admitir la existencia de pautas generales de razonamiento que los individuos usarían independientemente del contenido y contexto de la tarea; o lo que es lo mismo, nos conduciría a la teoría de los estadios de Piaget. En este marco de referencia, la naturaleza de las ideas de los alumnos queda subordinada al proceso evolutivo de los adolescentes a través del pensamiento formal. A pesar del indudable atractivo e interés que presenta este panorama teórico, la realidad parece más compleja de lo que en principio cabía esperar. Los estudios sobre desfases en el desarrollo evolutivo de los adolescentes vienen a marcar serias dudas sobre la capacidad predictiva del modelo, y los estudios sobre dependencia o independencia del contexto de las concepciones, que ya hemos comentado antes, cuestionan notablemente y ponen en tela de juicio la validez de sus conclusiones.

Las restricciones que hoy por hoy se postulan para el grado de generalidad de estos esquemas, y las limitaciones encontradas incluso para el uso de las mismas concepciones a través de diferentes contextos, hacen aconsejable efectuar una discusión acerca del grado de compatibilidad lógica entre los distintos argumentos que utilizan los alumnos en los razonamientos, aspecto que tratamos a continuación.

### **La estructuración como ausencia de contradicciones**

Desde una óptica de racionalidad científica, el nivel de ausencia de contradicciones está muy ligado a algunos de los criterios de validación utilizados para los argumentos explicativos. De hecho, la mayoría de los autores identifican dos criterios importantes a la hora de juzgar la validez de las teorías. Uno es la ausencia de contradicciones internas entre distintas partes de las mismas, y el otro es el grado de contrastación externa de sus predicciones con los hechos conocidos (Colombo y otros, 1991; Laburu, 1996).

De forma análoga el modelo de cambio conceptual de Posner y otros emplea este criterio como prueba de *plausibilidad* o credibilidad de una idea dentro del marco de la ecología conceptual de cada sujeto. Por ello, no ha de extrañar que se haya adoptado también de forma común en la literatura sobre concepciones como elemento de juicio a la hora de valorar el lugar que ocupan esas ideas en el sistema conceptual de los estudiantes y el grado de estructuración y elaboración que poseen. Suelen considerarse argumentos más *sólidos* o de un *estatus* superior, aquellos razonamientos que proceden de ideas que no se contradicen entre sí ni van en contra de los hechos físicos conocidos. Incluso, esos mismos criterios se han empleado a la hora de delimitar diferentes tipos de conflicto conceptual (Villani y Orquiza,

1995), y tanto es así que ya el propio Piaget atribuía a la contradicción el motor del desarrollo cognitivo.

Los resultados descritos en la mayor parte de los trabajos apuntan hacia una ecología conceptual con un cierto grado de estructuración, pero en la que también son frecuentes las contradicciones de todo tipo distanciándose en este sentido de las teorías científicas. Además, parece ser un hecho ampliamente constatado el que los alumnos tengan notables limitaciones a la hora de percibir contradicciones en sus propios razonamientos, incluso cuando éstas son puestas en evidencia por el profesor a lo largo de la instrucción (Dreyfus y otros, 1990). Por otra parte, hay que señalar también que las investigaciones realizadas parecen concluir que los alumnos son más sensibles a las contradicciones internas que a las de tipo sensorial, mostrándose este último factor como uno de los elementos más efectivos a la hora de propiciar el cambio conceptual (Pozo y otros, 1995).

Esta dificultad para percibir contradicciones en los argumentos constituye una de las limitaciones más importantes de las estrategias de conflicto conceptual, y podríamos atribuirles a distintas causas:

i) La naturaleza implícita de las concepciones hace que ni siquiera los alumnos se percaten normalmente de esas contradicciones (Driver y otros, 1989).

ii) La desconexión existente entre muchas de sus concepciones favorece la búsqueda de conexiones hipotéticas generadas *ad-hoc* para poder encontrar alguna respuesta a la tarea planteada. El proceso de toma de decisiones en el que se ve involucrado el alumno resulta incierto y pueden conducirle por diversos caminos y llevarle también a respuestas diferentes.

iii) Existe una cierta tolerancia intrínseca a los alumnos para mantener constructos incompatibles entre sí en el ámbito de sus conocimientos de ciencias (Watts y Pope, 1992).

iv) El carácter probabilístico del conocimiento estable y de los argumentos que a partir de ellos se pueden establecer, hace que cualquier conclusión a la que llegue el alumno en sus razonamientos no sea totalmente convincente para él. Ello les puede animar a buscar otras alternativas diferentes.

v) El compromiso cognitivo del alumno difiere bastante en sí mismo del compromiso epistemológico del científico (Duschl, 1991). Los alumnos no suelen ser conscientes de la importancia de este criterio de compatibilidad lógica a la hora de validar sus argumentos. El razonamiento intuitivo está muy lejos de basarse únicamente en criterios de racionalidad lógica a la hora de fundamentar los argumentos (Pintrich y otros, 1993). Esta tendencia innata en los alumnos a tolerar contradicciones en su propio razonamiento resulta, pues, uno de los factores que contribuyen al fenómeno de coexistencia de ideas que ya hemos citado antes.

Una vez analizadas distintas posibilidades que se abren al abordar el problema de nivel de estructuración interna de las concepciones, parece lógico que dediquemos espacio a analizar la terminología empleada con cada una. Este será el objetivo del siguiente apartado.

### **Terminología empleada para las distintas acepciones de la idea de estructuración**

Un aspecto importante es la gran diversidad y variabilidad de términos empleados para evaluar el grado de estructuración u organización del conocimiento. La tabla 1 recoge una muestra representativa de algunos de los más frecuentes, resultado de una revisión llevada a cabo en un trabajo más amplio (Oliva, 1998).

En general, se detectan varias fuentes de confusión a la hora de concluir las pro-

CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN	TERMINOLOGÍA USADA
Grado de interrelación de ideas	Coherencia Coherencia interna
Ausencia de contradicciones	Coherencia Consistencia Autoconsistencia
Independencia del contexto	Coherencia Consistencia Generalidad
Pautas comunes encontradas en los razonamientos a través de distintas concepciones	Comunalidad Homogeneidad

Tabla 1. Algunos términos y acepciones empleadas para diferentes criterios de estructuración.

iedades que presentan las concepciones alternativas a partir de estos indicadores. Quizás el más importante, y probablemente el origen de los otros tres, sea la ausencia de una posición clara y explícita por parte de la mayor parte de los autores a la hora de especificar qué entienden por cada uno de los términos o denominaciones empleadas a la hora de caracterizar a las concepciones (Cubero, 1994). Sólo en escasas excepciones (Gutiérrez y Ogborn, 1992; Pintó y otros, 1996), se define claramente el significado atribuido a cada uno de los indicadores empleados: *consistencia*, *coherencia*, *estabilidad*, *comunalía*, etc. No debe de extrañar, pues, el alto índice de confusión que se observa en el uso de los distintos términos empleados y en las conclusiones que a partir de ellos emergen. Así, por ejemplo, puede verse en la tabla cómo un mismo término suele ser utilizado con cierta frecuencia para hacer referencia a criterios distintos. Y también suele ocurrir al revés, es decir, que para un mismo criterio se empleen distintos términos.

De particular interés resulta la ambigüedad con que se han empleado los términos de *consistencia* y *coherencia*, que suelen ser utilizados indistintamente y de un modo

escasamente diferenciado. La identificación de ambos términos no es exclusiva del ámbito didáctico y se plantea también en otros campos del saber. Ladrière (1969), por ejemplo, desde el punto de vista de la lógica matemática, identifica a un sistema como coherente si no es posible derivar a partir de él a la vez una proposición y su negación. No obstante, este mismo autor señala que el término coherencia –*coherence*– que suele ser el que se utiliza en francés para hacer referencia a esa propiedad, habitualmente se sustituye por el de consistencia en inglés y en alemán, *consistency* y *konsistent*, respectivamente.

Desde una perspectiva didáctica nosotros hemos podido detectar hasta seis acepciones en el primero de los casos, y hasta un total de cinco en el segundo. La tabla 2 muestra cualitativa y cuantitativamente algunas de las acepciones más frecuentes detectadas en la revisión ya citada que hemos realizado. Con cierta frecuencia encontramos que algunos autores utilizan incluso de un modo indiferenciado distintos términos para referirse a una misma cosa dentro de un mismo artículo o trabajo.

Puede apreciarse una frecuencia similar de uso entre uno y otro término y un

PROPIEDAD					
Término utilizado	Independencia del contexto	Ausencia de contradicciones	Interrelación de ideas	Otras	TOTAL
Coherencia	7	8	11	5	31
Consistencia	17	6	-	5	28

Tabla 2. Algunos datos sobre la frecuencia de uso de distintos términos y acepciones de la idea de estructuración.

significado además muy parecido. No obstante, se detectan en términos globales algunas diferencias que creemos de interés resaltar. En primer lugar, analizando la tabla horizontalmente, el término *coherencia* aparece ligado a tres acepciones casi indistintamente: independencia del contexto, ausencia de contradicciones y nivel de interrelación de ideas; mientras que el término *consistencia* aparece más claramente ligado, aunque su uso no es exclusivo de él, al terreno del análisis de la independencia o no de las ideas con el contexto. En segundo lugar, y realizando el análisis ahora de un modo vertical, da la impresión de que los autores se inclinan más por utilizar el término *consistencia* para describir el nivel de independencia de las ideas con el contexto; mientras que cuando se refieren a la existencia de vínculos o relaciones causales o de covariación entre distintas ideas, prefieren el término *coherencia*.

## Conclusiones y precisiones finales

Sin extendernos demasiado no queremos terminar el trabajo sin aportar a modo de síntesis algunas de las conclusiones más importantes que se derivan de la discusión llevada a cabo. Para empezar creemos conveniente retomar los diferentes bloques de criterios en los que hemos basado el

análisis y clasificación de los diferentes indicadores del nivel de estructuración de ideas. Hemos identificado al menos cuatro facetas diferentes bajo las que suele entenderse la idea de estructuración: i) interconexión de ideas, ii) independencia del contexto, iii) presencia de pautas de razonamiento comunes a distintas concepciones, y iv) ausencia de contradicciones.

Desde un punto de vista teórico, hay que reseñar que los marcos de referencia que orientan a la mayoría de las investigaciones al uso se muestran tan variados como confusos e implícitos, y con frecuencia se basan en las *metaconcepciones* personales de sus propios autores; es decir, en sus creencias acerca de la naturaleza y origen de las concepciones de los alumnos.

Además, casi nunca se definen los términos que se emplean para hacer referencia a los criterios e indicadores utilizados para hablar del nivel de estructuración del conocimiento, de manera que en muchos casos el lector no sabe cuál es el significado de la noción a la que se está haciendo referencia. No debe de extrañar, por ello, que no exista un acuerdo a la hora de denominar a cada uno de los criterios e indicadores utilizados, empleándose con frecuencia distintos nombres para referirse a una misma cosa. Por ejemplo, suelen usarse de un modo intercambiable palabras tales como *consistencia* o *coherencia*. También es frecuente que cada término asignado se use con distintos significados, co-

mo ocurre por ejemplo con la palabra coherencia que lo mismo se usa para hablar de la tendencia de los alumnos a aportar concepciones semejantes a través de distintas tareas, como para referirse a la ausencia de contradicciones internas en los razonamientos que éstos construyen.

Para finalizar, comentar que son escasos, todavía, los estudios realizados con objeto de contrastar experimentalmente las hipótesis que suelen sostenerse en torno a las características y relaciones mutuas que mantienen esos indicadores.

De todo ello se desprende la necesidad de más investigación sobre el tema que tenga dentro de sus fines clarificar la terminología usada para denominar estos criterios e indicadores, ya que muchos de ellos llegan a utilizarse incluso como instrumento de evaluación del *estatus* cognitivo y de la resistencia al cambio conceptual de las concepciones alternativas.

## Reconocimiento

La investigación en la que se basa este trabajo ha sido aprobada y financiada por el Ministerio de Educación y Cultura a través de la convocatoria del CIDE de ayudas a la investigación educativa.

### REFERENCIAS

- ABIMBOLA, I.O. (1988). The problem of terminology in the study of student conception in science. *Science Education*, 72(2), 175-184.
- ACEVEDO, J.A. (1990). Razonamiento causal en una tarea de contexto natural. Un estudio evolutivo con estudiantes de bachillerato. *Investigación en la Escuela*, 10, 61-70.
- ANDERSSON, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in Science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.
- ASTOLFI, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206-216.
- BENLLOCH, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Aprendizaje-Visor.
- BLISS, J.; MORRISON, I. y OGBORN, J. (1988). A longitudinal study of dynamics concepts. *International Journal of Science Education*, 10(1), 99-110.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. Dinámica: las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 314-328.
- CLOSSET, J. (1983). Sequential reasoning in electricity. In *Research on Physics Education: Proceedings of the First International Workshop*. Paris: CNRS.
- COLOMBO de CUDMANI, L.; SALNAS de SANDEVAL, J. y PESA de DANON, M. (1991). La generación autónoma de "conflictos cognitivos" para favorecer cambios de paradigmas en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 237-242.
- CUBERO, R. (1988). Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento. Una interpretación cognitiva. *Investigación en la Escuela*, 4, 3-11.
- CUBERO, R. (1994). Concepciones alternativas, pre-conceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la Escuela*, 23, 33-42.
- DREYFUS, A.; JUNGWIRTH, E., y ELIOVITCH, R. (1990). A applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change -some implications, difficulties and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGUIEN, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC.
- ENGEL CLOUGH, E., y DRIVER, R. (1986). A study of consistency in the use of student's conceptual framework across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473-493.
- ENDERSTEIN, L.G., y SPARGO, P.E. (1996). Beliefs regarding force and motion: a longitudinal and cross-cultural study of south African school pupils. *International Journal of Science Education*, 18(4), 479-492.
- GÓMEZ-CRESPO, M.A.; POZO, J.I., y SANZ, A. (1995). Student's ideas on conservation of matter: effects of expertise and context variables. *Science Education*, 79(1), 77-93.

- GRECA, I.M. y MOREIRA, M.A. (1997). The kinds of mental representations -models, propositions and images- used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, 19(6), 711-724.
- GUTIÉRREZ, R., y OGBORN, J. (1992). A causal framework for analysing alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 14(2), 201-220.
- HEWSON, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 34, 383-396.
- JIMENEZ, E.; SOLANO, I. y MARIN, N. (1994). Problemas de terminología en estudios realizados acerca de "lo que el alumno ya sabe" sobre ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 235-245.
- JOHNSTONE, A.H. y MOYNIHAN, T.F. (1985). The relationship between performances in word association tests and achievement in chemistry. *European Journal of Science Education*, 7(1), 57-66.
- KEMPA, R.F. y NICHOLLS, E. (1983). Problem-solving ability and cognitive structure -an exploratory investigation. *European Journal of Science Education*, 5(2), 171-184.
- KUIPER, J. (1994). Student ideas of science concepts: alternative frameworks? *International Journal of Science Education*, 16(3), 279-292.
- LABURU, C.E. (1996). La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 93-101.
- LADRIÈRE, J. (1969). *Limitaciones internas de los formalismos*. Madrid: Tecnos.
- LICHT, P. y THIJIS, G.D. (1990). Method to trace coherence and consistence of preconceptions. *International Journal of Science Education*, 12(4), 403-416.
- MARIANI, M.C. y OGBORN, J. (1991). Towards an ontology of common-sense reasoning. *International Journal on Science Education*, 13(1), 69-85.
- MAURINES, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education*, 14(3), 279-293.
- MONK, M. (1995). On the identification of principles in science that might inform research into students' beliefs about natural phenomena. *International Journal of Science Education*, 17(5), 565-573.
- NÚÑEZ, F. y BANET, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 261-278.
- OLIVA, J.M.<sup>a</sup> (1996). Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 87-92.
- OLIVA, J.M.<sup>a</sup>. (1998). *Estatus de las concepciones de los alumnos en Física y mecanismos de aprendizaje y de cambio conceptual*. Memoria de investigación. CIDE.
- OLIVA, J.M.<sup>a</sup>. (1999). Concepciones de los alumnos en Física y diferencias individuales. *Infancia y Aprendizaje* 88. En prensa.
- PINTO, R.; ALIBERAS, J., y GÓMEZ, R. (1996). Tres enfoques sobre la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 221-232.
- PINTRICH, P.R.; MARX, R.W. y BOYLE, R. (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(2), 167-199.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P. y GERTZOG, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- POZO, J.I. (1987). *Aprendizaje de las ciencias y pensamiento causal*. Madrid: Visor.
- POZO, J.I. (1993). Psicología y Didáctica de las Ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas? *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 187-204.
- POZO, J.I.; GOMEZ CRESPO, M.A. y LIMON, M. y SANZ, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la Ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*. Madrid: CIDE.
- POZO, J.I.; SANZ, A., y GÓMEZ-CRESPO, M.A. (1995). *Cambio conceptual: del conocimiento personal al conocimiento científico*. En *Aspectos Didácticos de Física y Química (Física)*. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.
- ROZIER, S. y VIENNOT, L. (1991). Student's reasonings in thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 13(2), 159-170.
- TABER, K.S. y WATTS, M. (1996). The secret life of the chemical bond: students' anthropomorphic and animistic references to bonding. *International Journal of Science Education*, 18(5), 557-568.
- VIENNOT, L. y RAINSON, S. (1992). Student's reasoning about superposition of electric fields. *International Journal of Science Education*, 14(4), 475-487.
- VIENNOT, L., y KAMINSKI, W. (1991). Participation des maitres aux modes de raisonnement des élèves. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 3-9.

- VILLANI, A., y ORQUIZA, L. (1995). Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos y actividades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 279-294.
- WATTS, M. y POPE, (1992). Modulación y fragmentación en la construcción de conceptos. *Investigación en la Escuela*, 18, 9-22.
- WATTS, M , y TABER, K.S. (1996). An explanatory gestalt of essence: students' conceptions of the "natural" in physical phenomena. *International Journal of Science Education*, 18(8), 939-954.
- WHITELOCK, D.; 1991. Investigating a model of comonseure thinking about causes of motion with 7 to 16 year-old pupils. *International Journal of Science Education*, 13(3), 321-340.

---

#### SUMMARY

*In this paper it is acomplished an analysis of different meanings that tend to appear in the bibliography in order to describe the structural organization of pupils' conceptions in science. It is also specified which are the most frequent terms that are employed in each case, and it is criticized the high existing confusion in the use of these terms all through the existing literature.*

#### RÉSUMÉ

*Dans ce travail on fait une analyse des différentes acceptions employées dans la bibliographie quand on parle du niveau de structuration des conceptions des élèves en ciencias. De la même manière, on précise quel type de descripteur utilicent les élèves dans les différents cas, et on critique la forte confusion qui existe dans l'emploi de ces termes à travers la littérature existente.*