

Seminario-Taller

Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias

Profesores de la Facultad de Educación

Universidad de Zulia

Maracaibo, Venezuela

Del 2 al 7 del Julio de 2001

En el marco del simposio de Didáctica de las Ciencias

20 horas

ÍNDICE

Presentación del curso.	4
Estructura del curso.	5
Secuenciación de contenidos y actividades.....	6

TABLAS A RELLENAR POR LOS PARTICIPANTES:

Tabla n° 1: <i>¿Qué aprendemos?</i>	9
Tabla n° 2: <i>¿Cuestiones sobre la construcción del conocimiento?</i>	9
Tabla n° 3: <i>Creencias sobre la naturaleza del conocimiento.</i>	10
Tabla n° 4: <i>Diferencias entre el conocimiento cotidiano y el de ciencias.</i>	11
Tabla n° 5: <i>Diferencias entre el conocimiento del científico y el de ciencias.</i>	11
Tabla n° 6: <i>Diferencia entre el conocimiento del alumno y el del científico.</i>	12
Tabla n° 7: <i>Diferencia entre epistemología individual y de ciencias.</i>	12
Tabla n° 7: <i>Conclusiones sobre enseñanza y aprendizaje.</i>	13

CONTENIDOS Y TRANSPARENCIAS PARA SU EXPOSICIÓN:

Introducción. Una panorámica de problemas asociados a la construcción escolar del conocimiento de ciencias.	15
1. Regularidades de los aprendizaje y construcción del conocimiento.....	19
2. Una visión dinámica del constructivismo (Marín, N y Benarroch, A. (2000). Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación. <i>Paideia</i> . <i>Revista de Educación</i> (Universidad de Concepción, Chile). n°28. 19-34.).	33
Anexo: guía para analizar las respuestas de la tabla n° 3.....	45
3. Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las Ciencias (aceptado para su publicación por la revista enseñanza de las ciencias en el 2º número del 2002). ...	51
4. Bibliografía.....	91

Título de curso

DEL CONOCIMIENTO COTIDIANO AL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS

Contenidos

En la enseñanza de las ciencias se dan cita una diversidad de conocimientos: científico, cotidiano, del alumno, académico o del profesor. Un estudio comparativo de éstos aportará claves significativas para entender cómo se produce el paso del conocimiento cotidiano del alumno al de ciencias; así como analizar críticamente los modelos de enseñanza de las ciencias más utilizados. Los contenidos que se van a ver en el curso serán los siguientes:

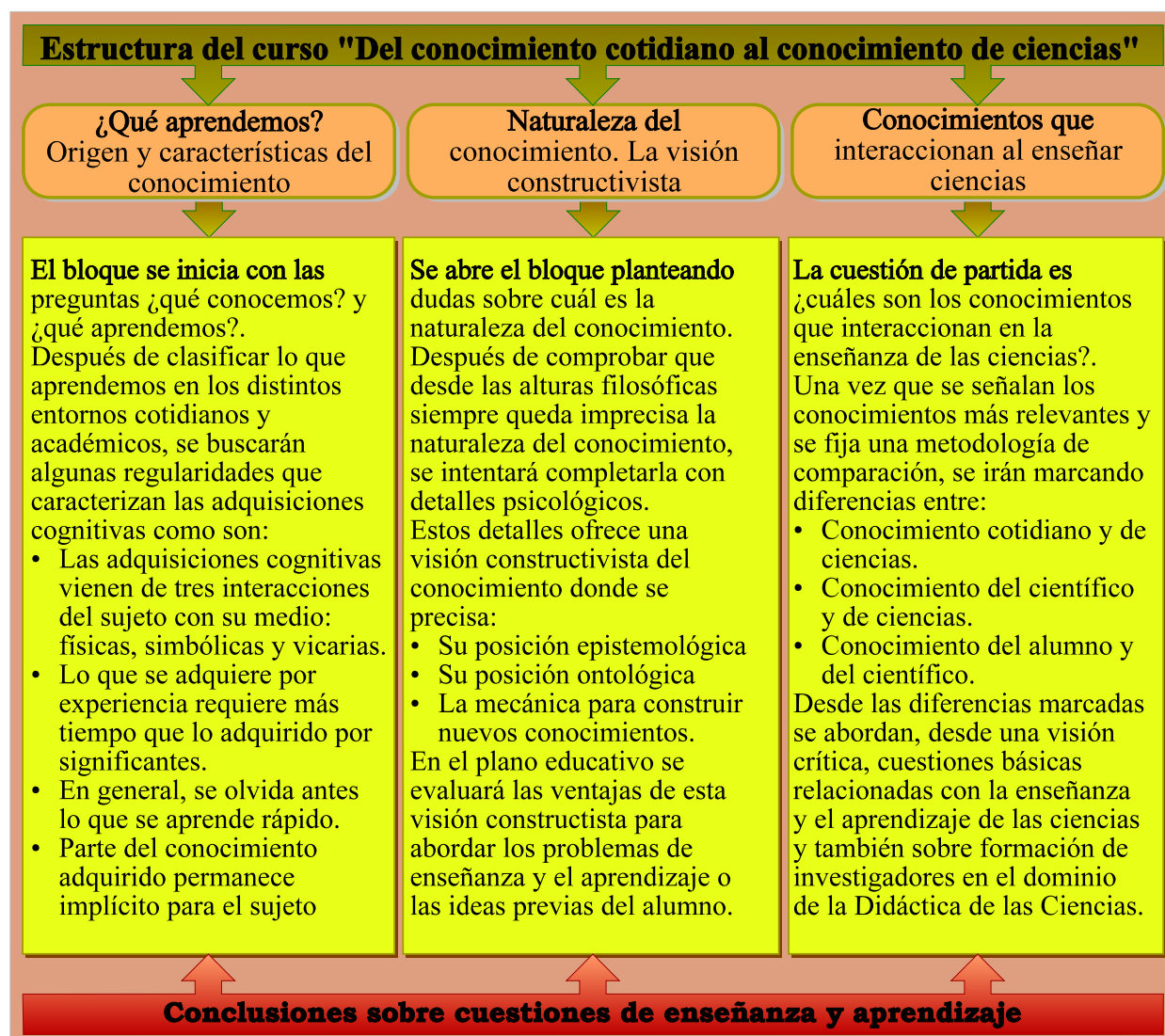
- Regularidades sobre lo que aprendemos en el ámbito cotidiano. Nivel fenomenológico y nivel experimental.
- Tratamiento sistemático de las dificultades de aprendizaje de los contenidos de ciencias.
- Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias: el de ciencias, el académico, el cotidiano y el del alumno.
- Reflexiones sobre la construcción del conocimiento de ciencias a partir del cotidiano.
- Revisión de enfoques cognitivos para dar solución a los problemas del aprendizaje de las Ciencias.
- Una constante en el sistema educativo: el sujeto que aprende: Soluciones conductistas.- Soluciones desde el procesamiento de la información.- Soluciones que suponen la reestructuración cognitiva.- Tendencias actuales sobre el aprendizaje de las Ciencias.

Duración

30 horas

Docente

Nicolás Marín Martínez
Profesor Titular de la Universidad de Almería (España)
Doctor en Ciencias Físicas (Didáctica de las Ciencias)
Dirección de correo electrónico: nmarin@ual.es



SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS Y ACTIVIDADES DEL CURSO

Sesión

Contenidos / Actividades

Semana 1^a

1º (5H)

CONTENIDOS:

- La necesidad de fundamentar una investigación en el ámbito educativo (presentación de los contenidos del curso).
- ¿Qué aprendemos?. Una clasificación de los diferentes tipos de aprendizaje.
- Regularidades sobre fenómenos de aprendizaje más relevantes (revisión de la literatura del ámbito).

ACTIVIDADES:

- Se realizará una clasificación de lo que aprendemos en un ámbito concreto usando la tabla n° 1 “¿qué aprendemos?”.
- Regularidades percibidas inductivamente en las tablas de lo que aprendemos.
- Debate confrontando regularidades inductivas con las que existen en la literatura del ámbito. Se adelantarán algunas implicaciones para la enseñanza.

2º (5H)

CONTENIDOS:

- Naturaleza del conocimiento. Una aproximación a la naturaleza epistemológica y ontológica del conocimiento. Las diferentes visiones constructivistas del conocimiento. Llenando de contenido psicológico el marco constructivista. Visión constructivista dinámica. Implicaciones para la educación y la enseñanza.

ACTIVIDADES:

Rellenado de la tabla n° 2: “*Creencias sobre la naturaleza del conocimiento*”. Debate sobre los resultados obtenidos en el relleno de la tabla 2. Actitudes ante ellos. Reflexiones sobre lo que evalúan los cuestionarios sobre creencias y actitudes.

SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS Y ACTIVIDADES DEL CURSO	
Sesión	Contenidos / Actividades
Semana 2 ^a	
3º (5H)	<p>CONTENIDOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. Conocimiento de ciencias. Conocimiento académico de ciencias (ciencia escolar). Conocimiento del científico. Conocimiento del alumno (cotidiano y escolar). - Caracteres cognitivos enfatizados en las comparaciones de cada par de conocimientos. <p>ACTIVIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se realizará un mapa conceptual donde se relacionen los diferentes conocimientos implicados en la enseñanza de las ciencias. - En tiempo no presencial, se rellenará la tabla nº 3 que aborda la <i>diferencias entre el conocimiento cotidiano y el de ciencias</i> y la tabla nº 4 que, por su parte, trata las <i>diferencias entre el conocimiento del científico y el de ciencias</i>.
4º (5H)	<p>CONTENIDOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diferencia 1: entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento de ciencias. - Diferencia 2: entre el conocimiento del científico y el conocimiento de ciencias. <p>ACTIVIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se abrirá un debate al confrontar las tablas 3 y 4 con las presentadas por el ponente y abocará en el esbozo de algunas conclusiones para la investigación educativa y, en particular, para la enseñanza de las ciencias. - Se rellenará en tiempo no presencial la tabla nº 5 que aborda la <i>diferencia entre el conocimiento del alumno y el del científico</i>.

SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS Y ACTIVIDADES DEL CURSO

Sesión

Contenidos / Actividades

Semana 3^a

5° (5H)

CONTENIDOS:

- Diferencia 3: entre el conocimiento del alumno y el conocimiento del científico.
- Diferencia 4: entre la epistemología individual (del hombre de la calle) y la de ciencias.

ACTIVIDADES:

- Debate sobre las implicaciones didácticas basadas en las diferencias entre la epistemología individual y de ciencias.
- Se utilizará la tabla n° 6 para ir anotando las diferentes *conclusiones sobre enseñanza y aprendizaje* que se vayan obteniendo de la confrontación de los distintos pares de conocimientos. En tiempo no presencial se irá completando, los huecos de la tabla 6 no rellenados en horas de clase.

6° (5H)

CONTENIDOS:

Conclusiones del curso:

1. Sobre epistemología
2. Sobre aprendizaje
3. Sobre enseñanza
4. Sobre formación de investigadores

ACTIVIDADES:

Nuevamente se retomará la Tabla n° 6 para continuar recogiendo reflexiones y conclusiones sobre problemas de enseñanza y aprendizaje en el ámbito escolar. Esta tabla se podrá ir rellenando a lo largo del curso o, en último extremo, entre las sesiones 5 y 6, dependiendo del tiempo disponible. Una vez que el ponente presente sus conclusiones, se abrirá un debate final para enfatizar las conclusiones más relevantes.

TABLA 1: QUÉ APRENDEMOS SOBRE:_____

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+

-

+</

TABLA N° 3: CREENCIAS SOBRE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO

Ordene en un mapa conceptual los elementos desordenados de la transparencia. Intente dar un título

Título: _____

Indique el grado de acuerdo (1 = no estoy de acuerdo; 5 = estoy totalmente de acuerdo; y 3 = no sé, me es indiferente, lo plantearía de otro modo, no he pensado en esto) con las siguientes afirmaciones:

1	Con la afirmación A	1	2	3	4	5
2	Con la afirmación B	1	2	3	4	5
3	Con la afirmación 1	1	2	3	4	5
4	Con la afirmación 2	1	2	3	4	5
5	Con la afirmación 3	1	2	3	4	5
6	Con la afirmación 4	1	2	3	4	5
7	“La afirmación A la percibo opuesta a B”	1	2	3	4	5
8	“Las afirmaciones 1, 2, 3 y 4 parecen que no se solapan y son disyuntas”	1	2	3	4	5
9	“La afirmaciones A y 2 vienen a decir lo mismo”	1	2	3	4	5
10	“La afirmaciones A y 3 vienen a decir lo mismo”	1	2	3	4	5
11	“La afirmaciones B y 3 vienen a decir lo mismo”	1	2	3	4	5
12	“La afirmaciones B y 2 vienen a decir lo mismo”	1	2	3	4	5
13	“La evidencia 1 apoya la postura A”	1	2	3	4	5
14	“La evidencia 1 apoya la postura B”	1	2	3	4	5
15	“La evidencia 2 apoya la postura A”	1	2	3	4	5

DIFERENCIA 1: ENTRE CONOCIMIENTO COTIDIANO Y DE CIENCIAS

ASPECTO	A. Conocimiento cotidiano	B. Conocimiento de ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?		
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento		
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento		
4 Carácter del conocimiento construido		

DIFERENCIA 2: ENTRE EL CONOCIMIENTO DEL CIENTÍFICO Y EL DE CIENCIAS

ASPECTO	A. Conocimiento del científico	B. Conocimiento de ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?		
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento		
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento		
4 Carácter del conocimiento construido		

DIFERENCIA 3 ENTRE ALUMNO-NOVATO Y EXPERTO DE CIENCIAS

ASPECTO	A. Alumno-Novato	B. Experto de ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?		
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento		
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento		
4 Carácter del conocimiento construido		

DIFERENCIA 4: ENTRE EPISTEMOLOGÍA INDIVIDUAL Y DE CIENCIAS

ASPECTO	A. Epistemología individual	B. Epistemología de ciencias
1 Tipos de epistemologías		
2 Datos que son objeto de estudio		
3 Modos de describir el conocimiento		
4 El significado en conocimientos internos/externos		

TABLA N° 8: CONCLUSIONES SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	
Sobre aprendizaje	Sobre enseñanza

INTRODUCCIÓN

UNA PANORÁMICA DE PROBLEMAS ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN ESCOLAR DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS

??? Leer lo de Acevedo sobre CTS y alfabetización científica ¿por qué es importante enseñar ciencias?

El valor que usualmente se da a la educación de las ciencias descansa en dos aspectos complementarios, uno referido a su entramado conceptual, permite al aprendiz un enriquecimiento de sus conocimientos y una toma de conciencia más objetiva de la realidad física que le rodea, otro relacionado con los procedimientos propios de la actividad científica, induciría en el alumno el desarrollo de habilidades cognitivas generales para afrontar sus interacciones con el medio con mayores garantías de éxito y eficacia. Además, la formación en ciencias aporta a los alumnos que superan sucesivos niveles académicos, posibilidades profesionales que se estiman más prometedoras que otras opciones más de “letras”.

A pesar de la importancia que tiene en nuestra sociedad la educación científica, los resultados académicos siempre han quedado lejos de los objetivos marcados por el sistema educativo. Una tras otra, se han ido sucediendo diferentes propuestas didácticas para enseñar ciencias (la enseñanza por objetivos operativos que aportó la visión conductista, la enseñanza por descubrimiento de inspiración piagetiana, la reciente propuesta de cambio conceptual o de cambio metodológico, etc) cuyos resultados no acompañaron las espléndidas expectativas que inicialmente levantaron.

Actualmente se sabe que la enseñanza de las ciencias es difícil y exigente: se sabe que la buena adquisición de muchos contenidos científicos requiere un lento proceso de cambio de puntos de vista y éste sólo es posible si el alumno lo admite y desea, que las adquisiciones procedimentales requieren de materiales para llevar a cabo procedimientos de observación, experimentación, verificación, etc, que es preciso conocer los esquemas espontáneos ya que el alumno los utiliza como cimientos en sus construcciones cognoscitivas, en las que el docente sólo puede intervenir indirectamente. Hay problemas y cuestiones ligadas a la enseñanza de las ciencias que están bastante consensuado, como lo citados anteriormente, otros sin embargo, tienen respuestas divergentes.

Cuando se percibe que la construcción del conocimiento escolar de ciencias presenta deficiencias ¿qué cabría decir? ¿los contenidos de ciencias son difíciles de enseñar? ¿los contenidos de ciencias son difíciles de aprender? ¿es lo mismo una afirmación que otra? Ante los malos resultados de un examen ¿donde habría que buscar responsabilidades? ¿en el profesor que enseñó? ¿en el libro de texto? ¿en que quizá los objetivos oficiales sean demasiados elevados? ¿en el alumno que no se esforzó suficiente? ¿en el limitado alcance cognitivo que ofrece la educación televisiva?.

¿Cuál es el mejor criterio para afirmar que se está haciendo una buena enseñanza de

ciencias? ¿cuando nuestra exposición es coherente con la correcta expresión de los contenidos de ciencias? ¿cuando el alumno entiende la explicación? ¿cuando el alumno enriquece sus conocimientos sobre su medio natural? ¿cuando se dan todas las condiciones a la vez?

Admitiendo el valor personal y social de la educación científica, la situación bipolar “*contenido de ciencias a enseñar*” y “*alumno que deberá aprenderlo*” es inevitable. Por otro lado, enseñar y aprender son dos procesos diferentes, pues el primero supone la creación de condiciones externa al alumno para que este aprenda y, el segundo, alude a la actividad interior del alumno. Así, ante la excelente enseñanza de un experto en ciencias, puede que el alumno no se entere de nada, bien porque no tiene los recursos cognitivos necesarios o bien, porque si los tiene, estaba pensando en otra cosa. También puede ocurrir que el alumno esté interesado, pero le sea imposible entender nada dado el tipo de enseñanza. La actividad docente es ingrata porque nunca puede dejar su carácter de propuesta a espera que el alumno se disponga a recibirla. Es como una siembra sin garantías de cosecha. Entre enseñar y aprender cabe mantener una relación más estrecha, y por tanto más optimista que señalan que con condiciones de enseñanza adecuadas el aprendizaje está garantizado, pero ésta relación es discutible bajo una visión constructivista del aprendizaje (Pozo, 1989; Delval, 1997). Un buen diseño de enseñanza es posible verlo como una condición necesaria para que el alumno aprenda, pero nunca suficiente. El aprendizaje es una actividad cognitiva que sólo puede realizar el aprendiz. Los resultados académicos es una responsabilidad compartida entre el docente y el alumno.

De todo ello se deduce que el docente de ciencias, para diseñar las mejores condiciones de enseñanza con posibilidades para inducir aprendizaje, además de dominar los contenidos a enseñar, deberá saber y saber aplicar modelos sobre la construcción del conocimiento de ciencias y del alumno (Gil, 1991; Marín, 1997). Creadas las condiciones de enseñanza convenientes y necesarias, sólo queda esperar que el alumno esté en disposición de aprender.

Cuestiones relacionadas con el modelo sobre construcción de conocimiento que se adopte

Sorprende la proliferación de un tiempo acá de modelos sobre la actividad mental.

Mención especial requiere los expuestos bajo el paradigma de la simulación de la mente humana mediante el ordenador, tan de moda en el mundo anglosajón, de “modelos” que, contruidos inicialmente, unos, para responder a problemas surgidos en contextos ajenos al sistema cognitivo del sujeto, otros, acaso para dar respuesta a algún aspecto parcial de alguna manifestación cognitiva del sujeto (ver Gutiérrez, 1994), terminan a la postre intentando algún tipo de validación o extrapolación para pretender ser “modelos mentales” del comportamiento cognitivo humano: así de larga es la sombra del principio postmodernista “*lo que es simulado queda explicado*” (Pozo, 1989).

Atrás parecen haber quedado aquellas teorías con “raíz, tallo y hoja” de las que el entramado teórico piagetiano sería un buen prototipo. Una teoría así presenta una buena

base de experiencias psicológicas con sujetos, un modelo sobre organización y progreso cognitivo y una clara posición ontológica y epistemológica que daría coherencia a todo el andamiaje teórico de experiencias, conceptos, relaciones y postulados.

Cualquier "modelo mental" que se precie de serlo debería ser más respetuoso con la rica tradición en el ámbito de la psicológica cognitiva, intentando recoger o ser coherente con los éxitos pasados y, sobre todo, con los fracasos. No es propio del "estilo y quehacer" científico, comenzar una y otra vez de cero. No habría que olvidar el éxito que le aporta al ámbito de conocimiento de las ciencias físicas, iniciar las nuevas investigaciones a partir del rico entramado conceptual ya existente, lo contrario llevaría a una maraña de propuestas cada vez más dispersiva que difícilmente podría explicar el espectacular progreso de este ámbito.

En el ámbito de la psicología cognitiva no hay razón para esperar algo diferente a los que sucede con las disciplinas tradicionalmente "científicas". Quizá la dispersión de modelos se pueda justificar aludiendo a que se refieren a la fenomenología cognitiva, cuya naturaleza es diferente y más compleja que las fenomenologías físicas, pero es preocupante que se perciba lejana aún cierta convergencia (ver por ejemplo, Pozo, 1989). De hecho, no existiría tanta dispersión de modelos sobre la construcción del conocimiento del alumno si antes de realizar cualquier propuesta, se tuvieran en cuenta y se intentara ser coherente con una serie de diferenciaciones y condicionantes que han mostrado ser relevantes en esta fenomenología. Con ello también se evitarían posturas, consideraciones teóricas y direcciones de desarrollo que ya mostraron pobres resultados. Un modelo sobre la construcción del conocimiento que se precie:

A. Por tener que abordar problemas donde confluyen distintos tipos de conocimiento tanto internos al sujeto (cotidiano, escolar) como externos a él (académico, científico), debe considerar y presentar cierta coherencia, cuanto menos con:

- A1. Las regularidades que se presentan en la diversidad de fenomenologías asociadas en las adquisiciones cotidianas como las escolares, tanto a las que se adquieren de forma espontánea como las que son inducidas de forma más directiva. Ese modelo debería dar cuenta de los diversos tipos de aprendizajes al mismo tiempo.
- A2. Las regularidades encontradas en experiencias psicológicas de laboratorio sobre la construcción de conceptos y del significado asociado. Esto deberá llevar a ser más estrictos para mantener en todo momento la diferencia entre lo lógico y lo psicológico.
- A3. Mantener coherencia con una posición epistemológica y ontológica coherente con una visión constructivista del conocimiento. La propuesta teórica que se haga sobre el origen, función, estructura y desarrollo del conocimiento debe mantener también esa coherencia.

B. Por otra parte, si pretende ser también un modelo sobre el aprendizaje de los contenidos de ciencias, debería:

- B1. Explicar las dificultades de aprendizaje que presentan los diversos tipos de

contenidos que pueden ser enseñados en ciencias, de las que actualmente se posee una buena colección de resultados; así mismo, debería dar soluciones a éstas.

- B2. Ser coherente con las diferencias entre los conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias para, de este modo, evitar planteamientos sesgados o equivocados en el cometido de responder a los problemas que plantea el aprendizaje de las ciencias.

El objetivo, en un primer momento, no sería encontrar una solución sino, al contrario, urgar sobre un amplio abanico de problemáticas asociadas a la construcción del conocimiento individual y del conocimiento de ciencias en particular. Acaso se marcarían direcciones de soluciones parciales que parecen coherentes y plausibles frente a la problemática planteada.

LECTURA N° 1

SOBRE EL ORIGEN, CONSTRUCCIÓN Y NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO

1. BÚSQUEDA DE REGULARIDADES DE LOS FENÓMENOS COGNITIVOS OBSERVANDO QUÉ Y CÓMO APRENDEMOS

Frente a la complejidad usual de las teorías cognitivas, sorprende la sencillez de la lista de lo que pretenden dar cuenta dichas teorías: "cosas que aprendemos".

Sin muchas pretensiones, jugando lo más posible con un talante espontáneo, una lista de lo que aprendemos podría ser la siguiente:

A LO LARGO DE NUESTRA VIDA APRENDEMOS A:

- MANTENER HORIZONTAL LA CUCHARA AL COMER	- CONTAR CHISTES	- BAILAR SALSA
- ATAR LOS CORDONES DE LOS ZAPATOS	- RECITAR LA TABLA DE MULTIPLICAR	- JUGAR AL TENIS
- VESTIRNOS SEGÚN LA OCASIÓN	- CALCULAR LA RAÍZ CUADRADA DE UN NÚMERO	- DEJAR LOS OBJETOS EN EQUILIBRIO
- VOLVER AL PUNTO DE PARTIDA	- ENCENDER LA LUZ	- COMPORTARNOS CON LOS DEMÁS
- ANDAR	- HACER UN HUEVO FRITOS	- MEMORIZAR UN NÚMERO DE TELÉFONO
	- TOCAR LA GUITARRA	- SABER DECIR NO

La breve lista no hace otra cosa que hacernos ver que a lo largo de nuestra vida se aprende una gran cantidad de cosas. Ante una potencial lista de muchos folios, es propio imponer el estilo metódico de la actividad científica para llevar a cabo algún tipo de clasificación que ordene la lista a fin de "domesticarla".

Un primer criterio para realizar la clasificación se podría hacer atendiendo al *contenido de lo que se aprende*, por ejemplo:

- Aprendemos sobre nuestro entorno físico cosas tales como las propiedades de los objetos, andar, jugar al billar, los tres principios de la dinámica, etc, etc.
- Aprendemos en lo referente al mundo matemático a cortar objetos alargados por la mitad, a comprender las propiedades de los números reales, a dividir una tarta en 8 trozos iguales, a contar, a calcular una división, etc, etc.

Se dice que se ha aprendido algo de forma *espontánea* cuando no ha existido ayuda externa o ésta ha sido esporádica sin ningún tipo de sistemática. En el escenario *escolar* suele ocurrir que la mayoría de las adquisiciones son *dirigidas*, si bien está bien constatado que existen también adquisiciones *espontáneas* en lo que se ha dado en denominar "*currículo oculto*". Puesto que la mayoría de adquisiciones espontáneas se dan en el entorno *cotidiano* se suelen vincular ambos, aunque también existen bastantes adquisiciones dirigidas en el entorno familiar. En la búsqueda de otros criterios para clasificar la lista de lo que aprendemos podríamos coger el binomio *espontáneo-dirigido* a condición de verlo más como un continuo que como una dicotomía. Otro binomio que podría servir para tal fin

sería el *cotidiano-escolar*.

A efectos de reflexiones posteriores nuestro segundo criterio para ordenar la lista será "*aprendizajes por experiencia personal frente a aprendizaje por vía verbal*". Este criterio tiene el atractivo de ser relativamente fácil de aplicar sobre la lista de cosas que se aprenden y desprende bastante sentido común, si bien, nuevamente se percibe un continuo entre los dos extremos clasificatorios puesto que en lo aprendido por experiencia personal, en muchas ocasiones, ha mediado la instrucción verbal y en la comprensión de las explicaciones verbales suele intervenir con frecuencia lo aprendido en la experiencia personal.

También parece atractivo vincular *adquisiciones por experiencia personal* con *adquisiciones espontáneas*, pero enseguida se perciben solapamientos, de modo que para una persona inmersa en un determinado contexto social, en la mayoría de sus experiencias personales recibe ayuda de los demás en mayor o menor medida y de muy diferentes formas: a) observando conductas que es mejor no repetir las (meter el dedo en un enchufe), b) recibiendo instrucción de como realizar la acción (clases de tenis), c) a través de modelos sobre la acción a realizar (atarse los cordones) o d) mediante reglajes físicos directos (para aprender a andar).

También el vínculo entre lo que se aprende *verbalmente* y lo que se aprende de forma *directiva* es claro cuando observamos que el significado de un buen número de palabras y afirmaciones es mucho más rico o es mejor comprendido al ponerlo en relación con lo aprendido por nuestra experiencia.

A fin de aplicar con cierta eficacia el segundo criterio, en el continuo entre la experiencia personal y las adquisiciones verbales establecemos tres niveles, de modo que en lo que es aprendido ha intervenido:

1. Principalmente la experiencia personal.
2. La experiencia personal y la información verbal; ambas han participado de forma decisiva.
3. Principalmente la instrucción verbal.

Un tercer criterio intuitivo e inmediato invita a dividir la lista según el tiempo que dura su adquisición, desde que se tiene el primer contacto con lo que se va a aprender hasta que una vez adquirido es usado con cierta propiedad o con cierta pericia. A efectos prácticos, realicemos tres niveles para aplicar este criterio, de modo que lo que es aprendido se ha llevado a cabo en:

1. Uno o varios días
2. Uno o varios meses
3. Uno o varios años.

La tabla 1 se ha diseñado de acuerdo a los anteriores criterios.

Algunas regularidades que se desprenden de las tablas son las siguientes:

Tabla 1

Sobre ... aprendemos a...				
EXPERIENCIA		Modos de adquirir lo aprendido		INSTRUCCION
Tiempo en adquirir lo aprendido		A. Predomina la experiencia personal	B. Importa por igual la experiencia y lo verbal	C. Predomina la información verbal
	1 Uno o varios días			
	2 Uno o varios meses			
	3 Uno o varios años			

- En los primeros años de vida, la experiencia personal predomina sobre la información verbal como fuente para construir nuevos conocimientos; poco a poco, ésta segunda fuente va adquiriendo más y más importancia hasta llegar a ser la que más realiza mayor número de aportaciones cognitivas, si bien lo que se aprende vía experiencia no cesa a lo largo de la vida.
- Aunque no siempre es así, en general, se aprecia en la tabla que se aprende más rápidamente por vía verbal que por la experiencia. Todo parece indicar que los humanos han conseguido registrar las acciones que suponen logros y las que llevan a fracasos en un sistema de códigos, usualmente verbales, que es bastante más fácil de asimilar que volver de nuevo a repetir las experiencias, gracias a esto las nuevas generaciones aprenden más rápidamente a adaptarse y sacarle más partido al medio. Entre los sistemas de códigos, comportamientos sociales, gestos, señales, signos, símbolos, etc., el que parece haber sido más fructífero y eficaz con diferencia ha sido el código verbal. Existe una notable diferencia entre el esfuerzo para aprender algo "leyendo" sólo en la experiencia que si se adquiere, por ejemplo, leyendo un libro, no obstante, no es lo mismo lo que se termina aprendiendo.

Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias

Sobre nuestro medio cotidiano se aprende a:			
EXPERIENCIA	Modos de adquirir lo aprendido		INSTRUCCION
Tiempo en adquirir lo aprendido	Apretar botones para encender aparatos eléctricos	Reconocer a las personas e identificar objetos	Recordar el número de un teléfono o de una calle
	Hacer el nudo en los cordones de los zapatos	Ir a distintos lugares de la ciudad y volver a casa	Recitar una poesía o cantar una canción
		Aprender a bailar manbo	
	Jugar al tenis con un nivel medio	Ejecutar una danza clásica	Aprender otro idioma
	Montar en bicicleta		
	Andar, nadar, patinar, etc		

Sobre el medio físico se aprende a:			
EXPERIENCIA	Modos de adquirir lo aprendido		INSTRUCCION
Tiempo en adquirir lo aprendido	Recortar un dibujo sobre papel con unas tijeras		Recitar que la velocidad es igual al espacio dividido por el tiempo
	Retirar la mano antes de quemarse		El agua hierve a 100°C
	Hacer una torre de objetos en equilibrio	Saber porqué el botijo refresca el agua	Comprender que la relación entre velocidad y tiempo es inversa
	Soplar para enfriar la sopa	Calentarse las manos frotándolas	
	Saber el momento para cruzar la calle sin riesgo	Comprender el equilibrio térmico	Comprender los tres principios de la dinámica
	Cambiarse de ropa según el tiempo	Comprender qué es la evaporación	Comprender el concepto de entropía

Sobre el mundo matemático se aprende a:			
EXPERIENCIA	Modos de adquirir lo aprendido		INSTRUCCION
Tiempo en adquirir lo aprendido	Cortar objetos alargados por la mitad	Comprender que la línea recta es la distancia más corta entre dos puntos	Citar la distancia entre la luna y la tierra
			Recitar la tabla de multiplicar
	Partir una tarta en 4 porciones iguales	Agrupar según un criterio y subordinar las partes al todo	Representar objetos mediante dibujo lineal
		Estimar distancias cotidianas con cierta precisión	Comprender que es "una cantidad tan pequeña como se quiera"
	Medir usando instrumentos como reglas y termómetro	Razonar según la métrica cuantitativa	Citar las propiedades de los números racionales

Sobre la orientación se aprende a:			
EXPERIENCIA	Modos de adquirir lo aprendido		INSTRUCCION
Rapidez en adquirir lo aprendido	Orientarse en la montaña por las sombras	Realizar proyección de sombras en dibujo lineal	
		Seguir una ruta por las indicaciones en un mapa	
	Llevarse cuchara a la boca sin que se derrame la sopa	Tener localizados objetos por nociones espaciales	Comprender que entre el norte y el este hay 90°
	Buscar el objeto perdido	Usar la brújula para orientarnos	Situar mentalmente España en un mapa de Europa
		Saber volver a casa desde el colegio	El sol sale todos los días por el Este
			Recitar con qué países limita España

- Por lo que se percibe en las tablas, parece existir cierta relación entre lo que se aprende rápido y lo que se olvida rápido, por ejemplo, el número de teléfono aprendido rápidamente, se olvida del mismo modo si no se reitera con cierta continuidad. Lo contrario también parece ser cierto: lo que cuesta mucho esfuerzo en ser aprendido suele mantenerse por más tiempo, así las pericias adquiridas al aprender a montar en bicicleta, a andar, nadar o jugar al tenis, suelen permanecer en el tiempo, hasta el punto que cuando se retoman de nuevo a la vuelta de los años, un poco de práctica es suficiente para de nuevo coger los niveles de pericia del pasado; esta cualidad no es patrimonio sólo de las adquisiciones por experiencias personales, también muchas adquisiciones verbales, tomadas tras un reiterado esfuerzo o se relacionan con nuestros intereses y conocimientos, se

pueden mantener en el tiempo, por ejemplo, la poesía aprendida con esfuerzo para ser recitada a los demás o los conocimientos tomados en libros sobre aerodinámica del aire leídos por una afición al aeromodelismo.

- Mejor o peor, lo que se aprende verbalmente es posible ser expresado del mismo modo, pero no ocurre así en mucho de lo aprendido por experiencia personal, hasta el punto que ciertas habilidades que ejecutamos con destreza son torpemente descritas o explicadas, e incluso, puede llegar a ser imposible dar una descripción. Parte del conocimiento que poseemos no puede ser expresado verbalmente y sólo otros cauces de expresión permitiría explicitarlo. También existe cierto conocimiento, que está tan oculto para el que lo posee, que sólo brotaría en determinadas circunstancias y, en ocasiones, se expresaría de forma involuntaria.

2. REGULARIDADES DE APRENDIZAJE PRECISADA DESDE LA LITERATURA DEL ÁMBITO

De un modo más refinado, desde la literatura del ámbito de la psicología cognitiva, se suelen formular las mismas regularidades sobre lo que aprendemos que las encontradas sólo observando y reflexionando sobre las tablas.

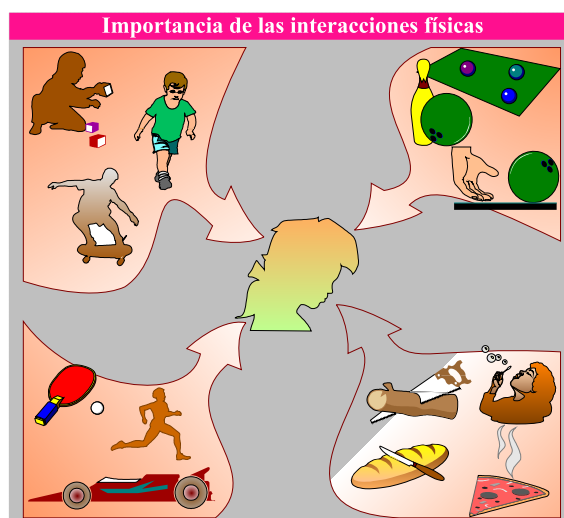
2a. *Sobre las principales vías para adquirir el conocimiento*

El sujeto realiza construcciones de conocimiento tanto por su propio desarrollo como por procesos de aprendizaje a través de las múltiples interacciones del sujeto con el entorno. Existe una fuerte interrelación entre desarrollo y aprendizaje, si el primero aporta el "substrato cognitivo" donde asimilar o aprender lo nuevo, lo segundo va enriqueciendo la estructura cognoscitiva con nuevos "elementos cognitivos" que hacen posible el avance en el desarrollo (Pozo, 1989). Esta visión sobre la construcción del conocimiento queda lejos de posturas innatistas y empiristas (Piaget, 1977; Delval, 1997; Marín, 1997).

Centrando la atención en las interacciones del sujeto con su medio que posibilitan aprendizaje, éstas se podrían clasificar en tres grandes grupos bien diferenciados:

- *Interacciones físicas* (Rodrigo y otros, 1993 las denominan "experiencias directas"). El sujeto como entidad física e individual que es (al igual que cualquier objeto, tiene peso, puede desequilibrarse, posee inercia, etc) lleva a cabo interacciones con los objetos materiales y personas que le rodean como puede ser sujetar, transportar, cortar, transformar, etc. (Piaget, 1980; Marín, 1997), ahora bien, buena parte de esas interacciones son guiadas por una actividad mediatizada y regulada por el contexto cultural y social donde está inmerso, el cuál es también determinante del tipo de objetos con los que el sujeto va a interaccionar (Leontiev, 1979).
- *Interacciones por significantes* (Rodrigo y otros, 1993 las denominan "experiencias simbólicas"). El sujeto se apropia de buena parte del vasto bagaje cultural a través de significantes verbales, simbólicos, gráficos, etc., interaccionando en los dominios sociales donde está inmerso, algunos tan importantes como la familia, la escuela, las amistades, los medios de comunicación (TV, ordenador, libros, revistas), etc.
- *Experiencias vicarias o por observación*. El sujeto adquiere una valiosa información a

través de la observación de las conductas de los demás que le permite modelar la suya propia por mecanismos de predicción, autorregulación, autorrefuerzo y autoevaluación; todo ello le conduce a rápidos aprendizajes sin la necesidad de los lentos procesos de ensayo y error (Rivière, 1990) característicos de las interacciones físicas.



Desde una *perspectiva social*, se enfatiza las invarianzas cognitivas del contexto social de modo que los conceptos, más que estructuras internas en la mente del sujeto, habría que considerarlos fruto de la práctica discursiva del sujeto interaccionando con los demás (Säljö, 1999), así, la construcción del conocimiento individual consistiría en un proceso de normalización por el cual el sujeto se apropia del conocimiento social (Leontiev, 1979). Por tanto, la perspectiva social enfatizan las interacciones por significantes y vicarias sobre las físicas en la construcción de conocimiento.

Desde una *perspectiva individual* el conocimiento, como producto de la actividad cognitiva individual, debe presentar invarianzas en su sistema cognitivo de modo que buena parte de lo aprendido a través de los tres tipos de interacciones permiten construir estructuras organizadas de conocimiento (teorías implícitas (Pozo y otros, 1991; Rodrigo y otros, 1993), teorías marco (Vosniadou, 1994), modelos mentales (Johnson-Laird, 1983), trazos cognitivos (Rodrigo, 1999), guiones (Pozo, 1989), etc., etc.). Muchos trabajos sobre concepciones de ciencias del alumno han mostrando que éstas son semejantes en distintos contextos culturales (Marín y otros, 2000). Otras investigaciones han mostrado que las estructuras operatorias piagetianas son semejantes en diversos países (Inhelder y otros, 1975; Bringuier, 1977).

Son muchos los autores que han puesto un fuerte énfasis en la primacía de las interacciones por significantes y vicarias en la construcción del conocimiento (Leontiev, 1979; Rodrigo y otros, 1993); sin menoscabo de lo anterior, también se hace necesario

señalar la importancia que tienen las interacciones físicas para el desarrollo de estructuras básicas en los primeros años del sujeto (Carey y Spelke, 1994) y, posteriormente, en la participación de los mecanismos de regulación del sujeto (Piaget, 1978) y para la asignación de significados a muchos aprendizajes "sociales" (Piaget, 1981, p. 89, p. 104; Piaget, 1978b, p.38; Piaget, 1977a, p.15), así:

- Las primeras capacidades clasificatorias y de correspondencias se generan gracias a la interiorización de los esquemas de acción formados por las interacciones físicas del periodo sensoriomotriz.
- El significado de un dato cualquiera (en general cualquier significante como imagen mental, signos, símbolos o significantes verbales) lo toma en el proceso de asimilación a los esquemas de acción interiorizados, lo que muestra la gran relevancia de estos en la interpretación y explicación de los fenómenos físicos y, en general, para dar significados.
- En determinadas fases de la evolución cognoscitiva del sujeto, los datos que aporta la interacción sujeto-objeto, hacen articular y acomodar los esquemas de acción de forma que las reacciones preoperatorias del sujeto, ante un problema, se vuelven operacionales a condición de que éste pueda interaccionar manipulativamente con el problema, por ejemplo, en la experiencia de conservación en trasvases de líquidos, el sujeto termina compensando entre altura y sección a condición de que el contenido del vaso se eche en otros donde se varía paulatinamente la sección; ahora bien, esta reacción conservadora no es fruto de la reversibilidad operatoria porque una acción, traducida en simple experiencia imaginada, tiene sentido único (Piaget, 1984 pp. 147-148).
- En un determinado momento de la evolución cognoscitiva del sujeto, aparecen las *operaciones mentales*, justo cuando los esquemas de acción interiorizados se hacen reversibles (Piaget, 1977b, pp. 35-36). Las operaciones mentales posibilitan al sujeto a:
 - Comprender y operativizar los factores relevantes de una tarea, por encima del engaño perceptivo.
 - Asimilar determinadas situaciones dinámicas.
 - Coordinar mejor la comprensión y extensión de los conceptos, a establecer o entender mejor las relaciones causales cuando atribuye a las interacciones entre objetos operaciones semejantes a las que ejerce mentalmente (Piaget, García, 1973, p.26), etc.
- Las interacciones físicas aportan el contenido más importante en un buen número de aprendizajes, por ejemplo:
 - a) La continuada interacción del sujeto con el campo gravitatorio permite desarrollar, tras intensos reglajes de equilibración física con los objetos y su propio cuerpo, un esquema cognoscitivo específico sobre el equilibrio que le infiere destrezas y habilidades, pero también evocaciones verbales sobre cuestiones de

equilibrio.

b) Las sucesivas interacciones con los objetos en movimiento (coches, deportes con pelota, carreras, etc) generan en el sujeto un esquema cinemático que le infiere progresivamente más habilidades en el dominio donde se ejercita (jugando al tenis o cruzando la calle) y a la vez es utilizado cuando el profesor explica nociones de cinemática (movimiento, velocidad, aceleración, etc).

Se podrían continuar los ejemplos con esquemas de conocimiento ligados a la orientación, las propiedades de los objetos, la masa inercial, etc., etc. Lo importante de los esquemas de conocimiento específico generados (Marín, 1994) es que infieren al sujeto que los posee, además de poder dar significados más ricos a significantes provenientes de las interacciones sociales, por un lado, destrezas para adaptarse mejor a su medio y, por otro, previa conceptualización (mecanismos de toma de conciencia, Piaget, 1978; Karmiloff-Smith, 1994) parcial o total del esquema, da al sujeto la posibilidad de expresar sus ideas sobre su entorno.

En resumen, las interacciones físicas potencian el desarrollo cognitivo y ayuda a la conformación de esquemas de conocimiento ricos en significados, pero es que además, muchos conceptos adquiridos en interacciones por significantes se ven también enriquecido por la experiencia personal.

De cualquier modo, la mayoría de las construcciones cognitivas que realiza el sujeto se llevan a cabo a través del lenguaje. Éste, inmerso en su entorno social, propicia una apropiación relativa rápida del acervo cultural suspendido en tal contexto (Leontiev, 1979). Además, los aprendizajes por experiencia personal se ven potenciados y acelerados tanto por la observación de las conductas de los demás (aprendizaje vicario) como si van acompañados de la instrucción verbal de personas más expertas. De hecho, los aprendizajes exclusivamente personales son escasos.

En contextos escolares y cotidianos del alumno, depende de la naturaleza del contenido y del grado de desarrollo cognitivo del aprendiz para que sea más eficaz un tipo u otro de interacción (o todos a la vez): para contenidos de naturaleza normativa y declarativa (reglas sociales, creencias populares, historia, geografía, religión, política, etc.) las interacciones por significantes y las experiencias vicarias muestran toda su eficacia, pero se muestran más torpes o menos eficaces en los contenidos de ciencias: en efecto, datos sacados de experiencias donde se intenta enseñar ciencias no aportan una visión tan optimista sobre las posibilidades de los aprendizajes por significantes y vicarios (Pozo, 1989; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Duit, 1999) y señalan la importancia de las interacciones físicas para desarrollar un significado más rico ligado a los conceptos científicos (Marín, 1997).

En la mayoría de situaciones de aprendizaje, no es posible asociar a una determinada interacción específica del sujeto con su medio, una adquisición cognoscitiva concreta o un determinado esquema: las interacciones no se dan tan parcializadas, así, durante el juego

entre niños pueden darse interacciones afectivas, mecánicas, verbales y vicarias de forma simultánea.

No obstante, lo que el sujeto adquiere depende en gran medida del tipo de interacción, así, no es lo mismo tener una referencia verbal sobre un objeto desconocido que una interacción física con éste donde se puede apreciar su textura, consistencia, peso, manifestaciones inerciales, etc: las posibilidades que permite al sujeto lo adquirido en un caso y otro son bien diferentes.

De hecho, no todo el conocimiento que posee el individuo le infiere las mismas capacidades y éstas están en buena medida mediatizadas por la naturaleza de la fuente de dicho conocimiento, por tanto será importante discernir por qué vía se ha desarrollado un determinado conocimiento en el alumno:

- Si dicho conocimiento se ha tomado sólo a través de interacción por significantes (p.e. escuchando un determinado anuncio publicitario reiteradas veces sobre las vitaminas de la leche) y no está vinculado a ningún esquema cognoscitivo, entonces el sujeto no lo puede utilizar para asimilar nuevas adquisiciones, dar un significado a un dato empírico, realizar una clasificación o una valoración, etc, si bien puede que le permita al alumno contestar correctamente a ciertas preguntas de identificación, ubicación o definición.
- Si el conocimiento se ha desarrollado por una reiterada interacción con un determinado sector de la realidad y fruto de esto se ha ido desarrollando un esquema cognoscitivo, éste le infiere al sujeto no sólo destrezas para ciertas actividades sino que le permite evocar ideas sobre dicho sector, realizar nuevas adquisiciones de modo que el esquema vaya ganando en precisión, tomar decisiones, etc.

Por ejemplo, respecto a los conocimientos del alumno sobre algunos contenidos de Física se aprecia que:

- el alumno posee buen número de concepciones significativas en fenomenologías que están ligadas a esfuerzos realizados por el sujeto como sopesar, tirar, empujar, etc (véase Hierrezuelo y Montero, 1991).
- En fenomenologías físicas más lejanas al plano donde el sujeto interactúa con su medio, como pueden ser la eléctrica, térmica, luminosa, etc, se suelen definir las concepciones por categorías que denotan el desconocimiento que presenta el alumno sobre dicha materia (véase para ello, por ejemplo, Acevedo, 1990; Heller y Finley, 1992; Gabell, Samuel y Junn, 1987).

Las nociones de empuje o arrastre mecánico sean más elementales que las de calor o electricidad. Esto es debido a que las operaciones que se ponen en juego en las explicaciones mecánicas, provienen de acciones o de coordinación de acciones impuestas desde los comienzos del desarrollo por la estructura de nuestro organismo (Piaget y García, 1973, pp. 18-19), algo que no sucede, al menos con análoga intensidad, en otros dominios físicos.

Mientras que sobre fenomenologías mecánicas, el sujeto posee una buena cantidad de ideas previas (p.e. en situaciones de equilibrio mecánico (Marín, 1994)), en otras, no posee ninguna que le permita interpretar o explicar (p.e. algunos fenómenos atmosféricos) (Jiménez Gómez y Marín, 1996)).

Las respuestas del alumno ante las cuestiones problemáticas que se le plantea no siempre significan necesariamente que éste posea cierto conocimiento sobre lo preguntado, por eso las cuestiones que giran exclusivamente sobre el contenido de enseñanza y para las que no posee ningún conocimiento, con frecuencia suele dar respuestas de compromiso, "in situ", inventadas o, simplemente, al azar (Mc Clelland, 1984; Marín, 1994a).

2b. Sobre el tiempo de adquisición de lo que se aprende y del esfuerzo realizado para adquirirlo

El lenguaje ha permitido a los diversos colectivos humanos construir un conocimiento compartido y externo al sujeto con el cual recoger las experiencias personales y colectivas a lo largo de la filogenia social; el lenguaje condensa un conocimiento útil sobre la experiencia humana en un formato que permite su transmisión a las nuevas generaciones evitando volver a descubrir todo nuevamente por ensayo y error (Marina, 1997).

El lenguaje no es el único vehículo que aporta interacciones por significantes para la transmisión cultural aunque sí el más usado y eficaz; existen otros también muy útiles como los signos, símbolos, imágenes, gestos, miradas, expresiones emocionales, etc. (Rodrigo y otros, 1993).

Valdría decir que entre el sistema cognitivo del sujeto y el conocimiento en formato de significantes sociales (signos, símbolos, imágenes, significantes verbales) existe una "interface" sencilla o de naturaleza similar, que se convierte en compleja cuando se trata de aprender de los "datos brutos" que aporta la experiencia personal; en tal caso la construcción cognitiva requiere un mayor esfuerzo pero también sería cierto decir que el conocimiento así construido contiene una fuerte componente procedimental que le infiere tal flexibilidad de aplicación pragmática que resulta útil y eficaz para el desarrollo de determinadas tareas propias de quehacer cotidiano ya sea espontáneo o profesional (Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, 1999).

Ahora bien, en raras ocasiones la experiencia personal se lleva a cabo sin la "ayuda" bien de experiencias vicarias bien de algún tipo de instrucción mediante significantes: tal es la esencia social del sujeto humano. En ambos casos las adquisiciones cognitivas por experiencia personal se ven facilitadas.

Aunque existe una fuerte interrelación entre los distintos tipos de adquisiciones se podría afirmar que las adquisiciones conceptuales a través de interacciones por significantes son en general más sencillas de integrar que las adquisiciones procedimentales y el desarrollo de significados en seno organizado de los esquemas de conocimiento (Coll, 1983).

Mientras que la adquisición de procedimientos y estructuras de conocimiento matrices de significados (Piaget, 1977) supone un proceso gradual que requiere un tiempo

generalmente largo, las adquisiciones que se pueden hacer mediante significantes requieren poco tiempo y en muchos casos, al ser una cuestión de todo o nada, se retienen con relativa facilidad (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En resumen, es relativamente fácil aprender el número de un teléfono, la letra de una canción o recitar una poesía, mientras que desarrollar el esquema de la orientación o el contexto cognitivo que permita aplicar con flexibilidad el pensamiento proporcional matemático requiere algo más de esfuerzo y tiempo.

2c. *Sobre regularidades del olvido*

Las reglas del olvido suelen estar bastante consensuadas y prevén para adquisiciones por significantes mayores extinciones que para las adquisiciones físicas. Veamos esto con más detalle.

Se admite que para las *adquisiciones por significantes* para los que el sujeto no posee esquemas adecuados para darle significado, quedan prendidas "con alfileres" en la memoria y se olvidan muy rápidamente. Sólo si los significantes son objeto de una continuada evocación es posible retenerlos en la memoria e, incluso, que permanezcan durante largo tiempo (tabla de multiplicar, recitar una poesía) o toda la vida (Pozo, 1992). Otro modo de superar la estadía efímera de los significantes en la memoria es cuando se adquieren mediante el uso de un esquema de conocimiento (esto es lo más usual), en tal caso, puede ocurrir dos cosas bien diferentes (Marín, 1997):

- El sujeto asocia al nuevo significante (imagen, percepción, verbal, signo, etc., etc) un significado, en tal caso se puede decir que es comprendido o interpretado, pero si carece de valor para el sujeto entonces es olvidado al poco tiempo.
- Si el significante o la información a la que se le ha dado significado, además, es de importancia bien cognitiva o afectiva para el sujeto (por ejemplo, un conocimiento importante para su afición o una vivencia intensamente afectiva) queda prendida en la memoria por mucho más tiempo dependiendo del uso regular de lo aprehendido o del grado de importancia cognitiva o afectiva que tenga para el sujeto.

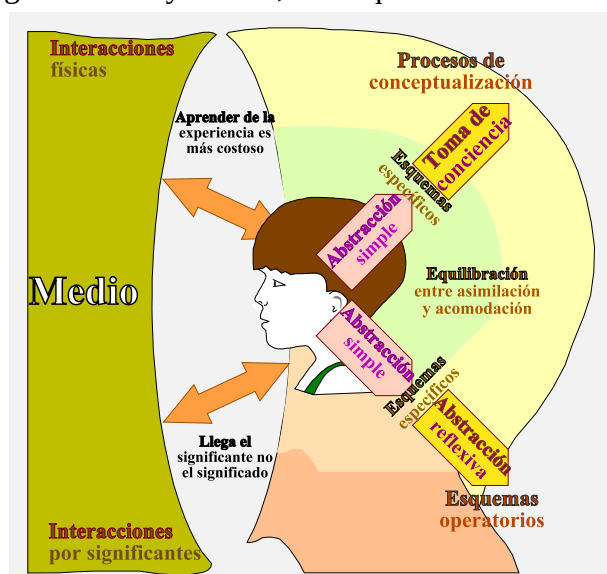
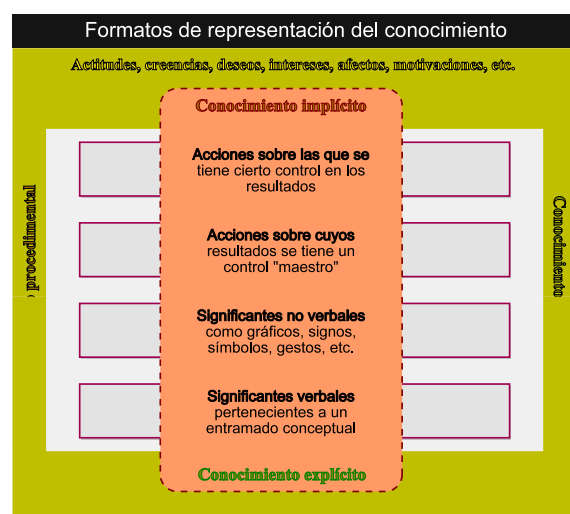
Habría dos zonas diferentes donde integrar a largo plazo las adquisiciones por significantes (Tulving, 1972; Rodrigo y otros, 1993; Posada, 1996): a) la memoria episódica, donde se almacenan y recuperan sucesos organizados en pautas espaciales y temporales que suelen tener un carácter autobiográfico como serían las experiencias personales emocionalmente importantes o intensas y b) la memoria semántica, la cuál contiene conocimientos estructurados y organizados jerárquicamente que no están vinculados a los momentos concretos en los que fueron adquiridos como es, por ejemplo, una explicación en un documental sobre las razones de la disminución de la capa de ozono y sus implicaciones medioambientales.

Faltaría, quizá, otro tipo de memoria para los significantes que se recuerdan pero no están ubicados espacio-temporalmente y no pertenecen a la semántica del sujeto (por ejemplo, el referido número de teléfono).

Para las adquisiciones por interacción física el asunto es bien diferente, puesto que sus integraciones son una cuestión de grados, requieren esfuerzo en periodos más o menos largos y reiteración ante diversos contextos. Dichas adquisiciones generan un conocimiento estructurado en la memoria semántica con el cual se realizan nuevas adquisiciones no por acumulación sino por procedimientos de asimilación y acomodación (Piaget, 1977), de modo que sin perder su capacidad asimiladora específica cada esquema construye sobre la estructura actual de modo que va ganando en extensión dicha capacidad y en precisión; el conjunto de dichas estructuras (esquemas) conforman una matriz semántica básica (Carey y Spelke, 1994; Piaget, 1980) que va a tener una fuerte influencia en los significados y relaciones lingüísticas, así por ejemplo, en un estudio sobre segmentación cromática, tanto léxica como experiencial, en más de 90 países mostró que, con independencia del léxico, hay once categorías de colores básicos abarcando todo el espacio cromático; dichas categorías dependían de la estructura semántica básica y tenían cierta independencia de la lingüística; ahora bien, se mostró que el léxico sobre el color no determina la experiencia cromática pero su conformación muestra los intereses de esa cultura (Marina, 1998).

La usual exigencia del medio de dichas estructuras garantizan su permanencia a largo plazo, incluso después de algunos años de no ser utilizadas (por ejemplo, a nivel motor, montar en bicicleta, nadar, jugar al tenis, etc. y a nivel intelectual, el sentido de la orientación, jugar al ajedrez, el uso del razonamiento proporcional, el uso del control de variables, etc). Es raro el olvido de un esquema perteneciente a la estructura semántica básica, todo lo más, una lenta disminución gradual de pericia que puede ser recuperada con cierta facilidad.

La usual interrelación de conocimiento adquirido por ambos tipos de interacciones, por significantes y físicas, hace que la solidez de estas últimas se transfieran a las primeras.



2d. *Sobre el conocimiento implícito*

No todo el conocimiento que posee el sujeto puede ser evocado con algún tipo de significante, el sujeto posee destrezas inferidas por la matriz semántica básica que inicialmente su evocación declarativa. Todo lo contrario del conocimiento adquirido por la interacción de significantes, que si ha sido bien comprendido e integrado en un esquema de conocimiento, puede ser en su totalidad expresado de forma declarativa.

Para el conocimiento implícito es significativo hablar de toma de conciencia (Piaget, 1978; Claxton, 1987; Kamirloff-Smith, 1994) por el que parte de dicho conocimiento puede ser evocado en extensión mediante el uso de conceptos. Este proceso supone algo más que pasar un conocimiento que se expresa por la acción a ser expresado mediante conceptos, supone también construcción cognitiva y por tanto un modo más de enriquecimiento.

RESUMEN DE LAS REGULARIDADES RELACIONADAS CON LOS FENÓMENOS ASOCIADOS AL APRENDIZAJE

Algunas regularidades que se pueden constatar con cierta facilidad en los aprendizajes cotidianos y escolares, corroboradas por las investigaciones en psicología cognitiva, y que una teoría del aprendizaje y del desarrollo que se precie debería dar una respuesta plausible, son las que siguen:

- a) Las interacciones del sujeto con el medio que permiten tener aprendizaje se pueden realizar de un modo físico, por significantes y por experiencias vicarias. No existe competencia entre dichas fuentes de conocimiento, al contrario, unos aprendizajes potencian los otros.
- b) Las adquisiciones por significantes son más rápidas de adquirir que las provenientes de las interacciones físicas, a la vez éste permite construir un conocimiento básico con una fuerte componente procedimental muy útil para la resolución de problemas de la vida cotidiana.
- c) Los significantes y en general cualquier información (conjunto de significantes) sin un vínculo con la estructura semántica se suele olvidar con facilidad, si se establecen relaciones posibilita tiempo de retención mayores pero si se quiere una mayor permanencia además será necesario que el sujeto esté interesado por esa información cualquiera que sea el motivo. El conocimiento generado por interacciones físicas es más robusto y se mantiene por más tiempo.
- d) Buena parte del conocimiento adquirido por interacción física y parte del tomado por experiencias vicarias es implícito, es decir, el sujeto sabe como usarlo pero no tiene conciencia de que lo posee.

LECTURA N° 2

UNA VISIÓN DINÁMICA DEL CONSTRUCTIVISMO

(MARÍN, N Y BENARROCH, A. (2000). PRECISIONES SOBRE EL CONSTRUCTIVISMO E IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN. PAIDEIA. REVISTA DE EDUCACIÓN (UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, CHILE). N°28. 19-34)

1. Introducción

De un tiempo a esta parte es frecuente la inserción en el dominio educativo de trabajos que poseen una componente importante de discurso y conocimiento filosófico. Y con ellos, el uso de los términos *ismos* ("*realismo*", "*racionalismo*", "*constructivismo*", "*idealismo*", "*objetivismo*", etc., etc.) de la Filosofía se ha ido incorporando a la literatura del ámbito educativo.

Aparece así un problema de conocimiento interdisciplinar dada la "distancia" entre el plano filosófico y el educativo: para hacer valoraciones sobre los modos de hacer del campo educativo usando los *ismos* filosóficos, sólo se puede terminar bien si existe un conocimiento competente de ambos planos. Es necesario coordinar eficazmente el alto grado de generalidad de los *ismos* con los contenidos concretos propios de la educación. Habría de advertir del uso de los términos *ismos* dada la naturaleza abstracta de los elementos que contiene su extensión, la cuál está compuesta de conceptos usuales para describir la fenomenología ligada al conocimiento (teorías, conceptos, normas, valores, posturas, etc.).

Si en todo concepto con referentes no simbólicos existe una zona difusa o poco precisa entre su comprensión y extensión, como lo evidencia el que la cognición del sujeto no puede asimilar la totalidad de su universo exterior (Piaget, 1978) o la imposibilidad del principio de correspondencia (Chalmers, 1984; Pozo, 1989), en el caso de los *ismos* dicha zona equívoca es tanto mayor, como además se puede apreciar en la diversidad de acepciones que posee cada uno de éstos términos (ver por ejemplo, Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996).

El alto grado de generalidad hace que *aumente la probabilidad de error al valorar, encasillar o catalogar*, con términos *ismos*, cuestiones y problemas educativos, puesto que matices importantes de lo valorado probablemente no son considerados.

En particular, y este sería el objetivo del presente trabajo, es posible mostrar las carencias filosóficas para posicionar la epistemología que asume el *constructivismo* y la necesidad de apoyarse en una teoría psicológica de corte constructivista para precisar esta posición, al menos de un modo que sea útil para el ámbito educativo. Tales precisiones y aclaraciones serían relevantes dado que en la actualidad, el *constructivismo* ocupa una posición dominante en diversos dominios de conocimiento y, en particular, en el educativo (por ejemplo, Coll, 1992, Pozo, 1996; Delval, 1997).

2. Un intento de precisar la posición epistemológica del constructivismo

El problema del conocimiento supone hablar de su origen, formación, desarrollo, su relación con el medio externo (relación entre sujeto y objeto) y, con esto, su alcance y validez (Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996). ¿Sería posible acercarnos a la posición ontológica y epistemológica que adopta el constructivismo para abordar el problema del conocimiento, comparándola con otras posturas que se adoptan ante este problema? Para responder a la anterior cuestión, se ha diseñado la tabla 1 con cierta intención sistemática, la cuál define un espacio de dos dimensiones (tabla de doble entrada) donde se puede comparar las distintas posiciones que se adoptan sobre el problema del conocimiento:

- Una primera dimensión está marcada por dos posiciones metodológicas bien diferentes para abordar el estudio del conocimiento: mecanicismo y organicismo.
- Una segunda dimensión, quizá mejor definida que la anterior, se establece según el énfasis que ponen las distintas posturas sobre la mayor o menor influencia del sujeto y de la realidad exterior (objetos) en el origen y formación del conocimiento.

TABLA 1: POSICIONES EPISTEMOLÓGICAS

		A. MECANICISMO	B. ORGANICISMO
<i>Origen del conocimiento</i>			
1.	Prioridad al OBJETO	Empirismo	Materialismo Neopositivismo
2.	Prioridad al SUJETO	Convencionalismo	Idealismo
3.	Interacción OBJETO-SUJETO	Constructivismo estático	Constructivismo dinámico

Respecto a la primera dimensión tendríamos las siguientes posturas:

- a) El *mecanicismo*, que es básicamente una postura *reduccionista* dado que intenta conocer la realidad reduciendo lo complejo a lo simple. Su formulación original consistió en tratar de explicar los fenómenos naturales a partir del movimiento de los cuerpos en el espacio (Sánchez Meca, 1996); en este sentido está ligado al *determinismo*. Una acepción más reciente admitiría que cualquier entidad de la realidad puede ser analizada a partir de las partes que la componen, asumiendo que la suma de las partes es igual al todo (Pozo, 1989).
- b) El *organicismo* es por el contrario una posición *antirreduccionista*, pues niega que se puede explicar los distintos fenómenos de la realidad a través de los elementos que lo componen. El organicismo interpreta el mundo, los fenómenos, la sociedad, el

conocimiento, etc., como si fuera un organismo vivo en el que el todo no se puede reducir a las partes (en este sentido se opone al mecanicismo). El organicismo elogia al mecanicismo por su decidida intención de acabar con todo tipo de concepciones metafísicas en las explicaciones científicas, pero rechaza su visión analítica y sumativa por ser intrínsecamente insuficientes para explicar cualquier sistema orgánico, como sería el conocimiento (Pozo, 1989).

Respecto a la segunda dimensión, se podrían distinguir los siguientes posicionamientos:

1. Predominio del objeto en la construcción del conocimiento. *Realismo*: Hay que distinguir el "realismo ingenuo" que es la creencia cotidiana de suponer que las cosas son tal y como se perciben, también vale decir que el conocimiento no es más que una copia de la realidad (Peñalver, 1988), y el realismo filosófico, en el que se perciben diversas acepciones: a) se concede realidad a los conceptos (esto es opuesto al *nominalismo*) y b) existe una realidad externa al sujeto (esta concepción se opone al *idealismo*) que es independiente al sujeto que la conoce. Existe actualmente una posición realista que admite la existencia de una realidad externa al sujeto que la conoce, si bien, el sujeto sólo tiene acceso operativo al objeto teórico que sólo es la porción de objeto real aprehendido por el sujeto (Matthews, 1994). En ésta última acepción se suele distinguir objeto real y teórico, de modo que el conocimiento trabaja con objetos reales que han sido descritos, aprehendidos o asimilados por un objeto teórico (Matthews, 1994). En este sentido, es interesante resaltar la posición denominada *realismo no representativo* a la posición realista que admite un mundo físico independiente de nuestro conocimiento que construye modelos aplicables al mundo, pero no supone que éstos describan entidades del mundo sino entidades teóricas (Chalmers, 1984), es decir, se niega cualquier tipo de correspondencia entre ideas y realidad. Tanto el realismo como el idealismo, como posturas extremas, actualmente admiten poca defensa (Ferrater Mora, 1978).
2. Predominio del sujeto en la construcción del conocimiento. El *racionalismo*: actualmente es un término difícil de definir (Ferrater Mora, 1978); en general se denomina así a toda filosofía que confía en la capacidad de la razón para alcanzar la verdad. En su versión extrema se admitiría que todo el saber es posible deducirlo de ciertos principios innatos de la razón (*innatismo*).
3. El conocimiento se construye por una interacción entre sujeto y objeto. Esta sería la posición básica del *constructivismo* que admite que el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto interaccionando con su medio externo. Sobre este supuesto, existe diversos posicionamientos constructivistas, por lo que la anterior afirmación es vista en la actualidad como una reducción excesiva (Pozo, 1996). El constructivismo conduce, sin mucha dificultad, al *relativismo* ya que si siempre existe un filtro entre lo externo y lo interno del sujeto, el proceso de construcción siempre tiene carácter inacabado (Peñalver, 1988). Afirmación que está actualmente

muy consensuada, en especial para el conocimiento de ciencias (Chalmers, 1984). El relativismo no admite principios o verdades absolutas en el ámbito del conocimiento. La verdad, lejos de ser la expresión de algo objetivo, sería relativa al sujeto que la posee o al colectivo que la profesa (Sánchez Meca, 1996). El relativismo se aleja contundentemente de cualquier posición metafísica.

A continuación se caracterizan brevemente, en el espacio bidimensional de la tabla, los posicionamientos epistemológicos más relevantes:

- A1. *Empirismo*: considera que el origen del conocimiento está en la experiencia. Una expresión extrema del empirismo es el *asociacionismo* que afirma que las ideas más complejas son asociaciones de ideas más simples y éstas de la experiencia sensorial (Pozo, 1989). Una versión menos comprometida del *empirismo* sugiere contrastar las ideas de la razón con la experiencia y analizar el proceso por el que se genera el conocimiento. En este sentido el *positivismo* rechaza radicalmente la metafísica y defiende un conocimiento dirigido por los hechos empíricos. Una variante, el *neopositivismo lógico*, sugiere explicar la realidad reduciéndola a la experiencia sensible y utilizar un lenguaje lógico-simbólico para verificar el conocimiento construido (Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996).
- A2. *Convencionalismo*: Acepta cualquier construcción racional o sistemas de casillas que organice los hechos de algún modo coherente. Dicho sistema de casillas no es verdadero por prueba sino por "convención", por lo que no hay necesidad de inferencias inductivas válidas. El progreso teórico es meramente instrumental (encajar con los hechos), se hace por conveniencia (simplicidad) y no atañe a criterios de verdad. Las pruebas factuales se aceptan por decisión consensuada no porque sea una prueba experimental, por lo que percibe mucha más racionalidad en las teorías que el inductivista (Lakatos, 1974). Otra postura paralela o en sintonía con el convencionalismo es el *nominalismo* que afirma que los conceptos abstractos o universales no tienen realidad fuera de la mente. En realidad son meras palabras o nombres que asociados de un modo más o menos artificial con los objetos de la experiencia hacen posible una organización de nuestra experiencia y de nuestro saber (Sánchez Meca, 1996).
- A3. El *constructivismo estático* respeta el principio de correspondencia entre contingencias reales y asociaciones cognitivas (Pozo, 1989) y asume que lo que el sujeto interpreta o aprende de la realidad depende de sus conocimientos anteriores, sin embargo no resuelve el problema de cómo cambian estos conocimientos como consecuencia de asimilar nueva información (en esta postura se puede alinear el procesamiento de la información y por tanto con el *empirismo*).
- B1. Dar prioridad al objeto y admitir estructura interna en el sujeto es una posición en dónde se podría alinear el *materialismo* y, en cierto sentido, el *neopositivismo*:
- El primero, es realista cuando afirma que la realidad pensante es una

superestructura producida por la realidad material y es orgánica al enfatizar el aspecto estructural del conocimiento.

- El segundo admite su postura realista al reducir toda realidad a lo dado por la experiencia sensible y a la necesidad de la verificación para evitar el optimismo positivista, pero también percibe como necesario el uso de un lenguaje lógico-simbólico para completar la "reconstrucción" de lo real de un modo científico, lo que supone admitir ciertas estructuras internas en el sujeto.

B2. Actualmente el *racionalismo* tiende a identificarse con el *idealismo* (Ferrater Mora, 1978) donde la existencia de la realidad se hace depender del pensamiento, bien reduciendo el objeto de conocimiento al sujeto que conoce (en este caso es opuesto al *realismo*), o bien, a nivel más extremo, reduciendo la materia al pensamiento (idealismo absoluto o ontológico; en tal caso se opone al *materialismo*). La *metafísica*, como pretensión cognoscitiva que va más allá de las percepciones materiales, de búsqueda de "realidades" a través de la razón y no del análisis empírico se puede enmarcar en parte dentro de un idealismo ontológico. Existen varias líneas críticas a la metafísica, bien reduciendo su discurso a un sin sentido lingüístico o como una mera producción ideológica dependiente de los intereses de una clase social.

B3. El *constructivismo dinámico* rechaza el principio de correspondencia y en su lugar admite una organización cognitiva que es construida por el mismo sujeto con la que interpreta y aprehende la realidad, preocupándose por los procesos por los que los conocimientos previos cambian, acomodando o reestructurando sus estructuras a la nueva información. No se trata de explicar cómo el sujeto reproduce respuestas ya preparadas sino de cómo genera nuevas soluciones (Pozo, 1989; 1996).

3. La diversidad interpretativa que admite la posición epistemológica del constructivismo

Ya se ha podido apreciar que el *constructivismo estático*, al asumir el principio de correspondencia se puede alinear dentro de la posición *empirista*, y el *constructivismo dinámico*, al rechazar este principio y adoptar compromisos con la posición *organicista* del conocimiento se podría alinear de un modo más apropiado dentro del *racionalismo*. Y es que dependiendo de cómo se conceptualice la interacción sujeto-objeto y de cómo se concrete la entidad de las estructuras cognoscitivas y de la naturaleza del medio externo, el constructivismo adopta una gran diversidad de posiciones; veamos algunas más:



- El *constructivismo radical* se fundamenta en dos principios (Glaserfeld, 1991), uno bastante consensuado "el conocimiento no es recibido pasivamente sino construido activamente por el sujeto que conoce" y el otro es el que le da su carácter específico e *idealista* "la función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experiencial, no al descubrimiento de una realidad ontológica". Glaserfeld señala que la aceptación sólo del primer principio sería lo que denomina *constructivismo trivial*. El segundo principio señala que el conocimiento no representa el mundo y está compuesto por esquemas de acción, conceptos y pensamientos que no nos informa en absoluto sobre cómo es el mundo, sólo sobre nuestras experiencias y de cómo están mejor organizadas. Llegar a conocer es un proceso de adaptación organizando las experiencias del sujeto de un modo eficaz, no es descubrir un mundo independiente. Los "hechos" no son elementos de un mundo independiente del observador, sino elementos de la experiencia del observador.
- El constructivismo al usar la metáfora del sujeto que mira la realidad a través de una lente pone de manifiesto su compromiso con la posición *empirista* del conocimiento. Tanto el empirismo como el constructivismo conciben la empresa de la ciencia en términos de individuos que observan el mundo y tratan de comprobar si sus ideas y conceptualizaciones tienen sentido; uno y otro toman la correspondencia entre las ideas y la realidad como el *sine qua non* del conocimiento (Matthews, 1994).
- El *constructivismo piagetiano* es "naturalista sin ser positivista, que muestra la actividad del sujeto sin ser idealista, que se apoya igualmente sobre el objeto pero considerándole un límite (existiendo por tanto con independencia de nosotros, pero sin ser alcanzado nunca), y sobre todo que ve en el conocimiento una construcción

continua" (Piaget, 1977a, p.13). Este autor intenta salvar la supuesta contradicción entre los contrarios que participan en su formulación constructivista (sujeto-objeto, orden-azar, determinismo-libertad, equilibrios-desequilibrio, empirismo-racionalismo, idealismo-realismo) a través del proceso dialéctico de construcción del sujeto que ni es predeterminado ni debido al azar.

Con todo ello, se puede apreciar la compleja posición epistemológica del *constructivismo* que admite adoptar actitudes empiristas, racionalistas, idealistas, realistas, relativistas sin perder por ello su compromiso con el principio de que el "alumno construye activamente su conocimiento".

Una interpretación positiva de lo anterior diría que el constructivismo es una postura epistemológica con múltiples dimensiones, quizá las necesarias para abordar un problema tan complejo como es el conocimiento; una lectura más crítica indicaría que ser constructivista es un mal distintivo de una supuesta posición epistemológica del conocimiento.

Y es que el constructivismo puede terminar convirtiéndose en un término vago e impreciso si la afirmación "*el sujeto construye el conocimiento*" no se llena de contenido psicológico, es decir, si no va acompañada del detalle que aporta una teoría de aprendizaje que precise los mecanismos sobre cómo lo construye (también, Perales, 1992; Pozo, 1996; Rodrigo, 1997).

En este sentido, la *Epistemología Genética* de Piaget supone un intento de superar el método reflexivo de la filosofía que sólo lleva a soluciones para el conocimiento dispersas y, a veces, contradictorias, mediante métodos más científicos que permitan descubrir el sentido, el funcionamiento, la estructura, y en definitiva, cómo se construye el conocimiento.

Frente al centramiento de la epistemología tradicional en el estudio de los estados superiores del conocimiento, Piaget (1977, p.10) sugiere que "para comprender las razones y el mecanismo es preciso conocer todas las fases o por lo menos el máximo posible la gran lección que proporciona el estudio de la génesis es mostrar que no existen nunca comienzos absolutos [y por tanto, la imposibilidad de] conceder un privilegio a tal o cual fase".

Así pues, precisar la posición epistemológica del *constructivismo* supone, en un primer momento, desmarcarse claramente respecto a otras posiciones epistemológicas y ontológicas y, en segundo lugar, en establecer una visión de la construcción del conocimiento con más detalle que la que aportan los "ismos filosóficos", y para ello habría que considerar una teoría psicológica coherente con los principios constructivistas:

a) *Respecto a su posición epistemológica:*

- La construcción del conocimiento tiene lugar en el interior del sujeto y sólo él la puede realizar, algo diferente son las condiciones externas que hacen posible, facilitan o dificultan esa construcción (Delval, 1997).
- La construcción del conocimiento como una interacción entre sujeto y objeto

debería diferenciar la postura constructivista de las *empiristas*, que admiten que existe copia de la realidad o correspondencia entre conocimiento y realidad y también con las *aprioristas* que admiten la existencia de estructuras cognitivas preformadas sin ser construidas.

b) *Respecto a su posición ontológica:*

- La realidad es construida por el sujeto interactuando su conocimiento con las entidades reales, por lo que sin negar su existencia no puede conocerse tal cual es. Ambos, conocimiento y realidad, son construidos en paralelo por el sujeto. Esta dialéctica constructiva da una solución coherente al problema de qué es anterior, las estructuras del sujeto o su experiencia con la realidad: el sujeto construye estructuras a partir de su experiencia (sensible, social, intelectual) y estas son las que sirven para realizar las asimilaciones de la experiencia (Piaget, 1977).
- El sujeto establece representaciones que atribuye a la realidad, pero son sólo construcciones suyas. La realidad se conoce siempre a través de nuestros instrumentos cognitivos.
- Negar la existencia de la realidad (por ejemplo Glasersfeld, 1991) hace imposible la comparación, elimina el problema de la verdad, conduce al relativismo total y no puede explicar la comunicación interindividual. La posición contraria, es decir, conocemos las cosas tal cual son, deja sin explicar el error y las diferencias de concepciones entre individuos (Delval, 1997).
- La verdad no se puede entender en el sentido realista, es decir, como una adecuación del conocimiento a la realidad externa al sujeto, más bien supone una confirmación subjetiva de las expectativas del sujeto. La verdad es relativa al sujeto y sobre todo es funcional y adaptativa donde racionalidad e intereses se mezclan. Existe una verdad individual y otra social (Marina, 1999).
- Entre el objeto cognitivo del sujeto y el objeto real media una distancia que puede ser descrita, admitiendo la postura de que existe una realidad externa e independiente del sujeto (realismo), de dos modos diferentes:
 - Se puede establecer cierta correspondencia entre objeto cognitivo y real, de modo que un progreso en el conocimiento del objeto permite un acercamiento a él por aproximaciones sucesivas.
 - El conocimiento que tenemos del objeto es pura organización de nuestra experiencia con él con fines adaptativos pero no nos dice nada sobre el objeto en sí, es decir, que se niega cualquier correspondencia entre objeto cognitivo y real. Un progreso de nuestro conocimiento del objeto supone una mayor adaptación al medio, que se puede traducir en una mayor capacidad de previsión y confirmaciones positivas, pero no por una imagen más cercana a lo que pueda ser el objeto en sí.

Las restricciones que las estructuras biológicas imponen desde el principio a la

cognición respecto al rango o porción de realidad que se percibe, el proceso de asimilación que siempre supone interpretación o filtro en función de las estructuras del sujeto, hace pensar que el vínculo entre plano cognitivo y real se reduzca a la función adaptativa, sin embargo, la correspondencia evidente entre nuestros modelos cognitivos sobre cómo funciona la realidad y la continuada confirmación positiva de este funcionamiento permitiría una descripción usando esta correspondencia. Quizá sean dos modos de describir la relación entre cognición y realidad que no tenga implicaciones más sustanciales.

c) *Respecto a las características de la teoría psicológica de corte constructivista:*

- Esta teoría debe comenzar admitiendo *estados internos* en el sujeto, incluyendo especificaciones sobre cómo se organizan y cómo funcionan (Pascual-Leone, 1979). En todo este proceso habría que tener cuidado en no caer en posiciones reduccionistas o mecanicistas (Pozo, 1989; 1996).
- Debe responder con cierto detalle a cómo se genera el conocimiento, cómo cambia, cómo se produce el acuerdo con la realidad y cómo se produce el acuerdo entre los individuos. Lo contrario sería caer en un constructivismo trivial (Delval, 1997; Glasersfeld, 1998).
- Debe adoptar una perspectiva genética ya que comprender las razones de cambio y desarrollo cognitivo es preciso conocer las fases más relevantes que jalonan la evolución del conocimiento (Piaget, 1977). Esto supone admitir que no existen comienzos absolutos ni posiciones cognitivas de privilegio. Existe cierta tendencia actual en admitir la existencia de ciertas disposiciones cognitivas específicas intentando armonizarla con la perspectiva constructivista (Karmiloff-Smith, 1994; Carey y Spelke, 1994), sin embargo, una posición estrictamente constructivista no debería admitir estructuras mentales si no son construidas, por lo que se podría afirmar que si la teoría no es genética, no es constructivista.
- El constructo *esquema* tomado como una unidad molar de la organización cognitiva para asimilar sectores de la experiencia del sujeto puede formar entrar eficazmente en el concierto de esta teoría psicológica de corte constructivista (Piaget, 1978; Pascual-Leone, 1979; Rumelhart y Ortony, 1982; Delval, 1997; Marín, 1999; Marina, 1999). Los esquemas tendrían una dinámica tal que permiten:
 - a) *Comprender*. Dar significado a significantes tales como datos de la experiencia, datos perceptivos, a las imágenes, a los signos y símbolos, a los significantes verbales, etc.; inferir a partir de datos perceptivos, para anticipar la comprensión de un texto leído, para completar algo incompleto, estableciendo relaciones causales, etc.; anticipar lo que sucederá en un fenómeno, el efecto que puede ocasionar determinada causa, el estado final de un sistema en movimiento, etc.
 - b) *Transformar* la realidad introduciendo en ella líneas paralelas y ortogonales o sistemas de referencia, crear un orden en las experiencias, estableciendo

correspondencias, clasificando los objetos y sucesos, seriando según una característica, etc., resolver problemas cotidianos que se oponen a la consecución de nuestros fines o los que se plantean en el ámbito académico.

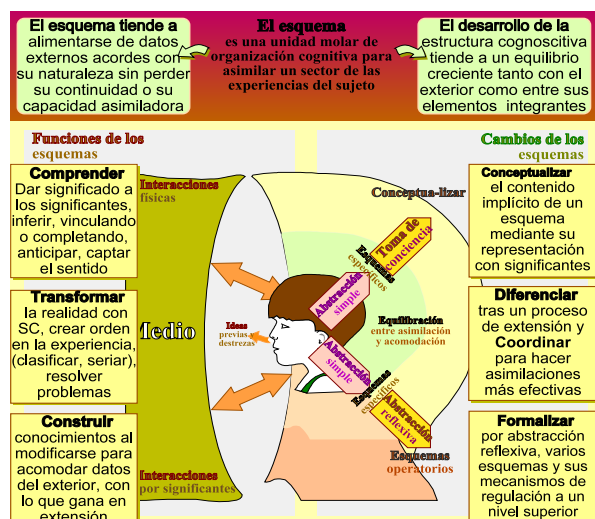
- c) *Construir* conocimientos al modificarse el esquema para acomodar los datos del exterior. Las nuevas incorporaciones permiten enriquecer los esquemas en extensión.
- d) *Conceptualizar* el contenido de un esquema de naturaleza implícita y procedimental, al poder ser representado mediante significantes.
- e) *Diferenciar* tras un proceso de desarrollo de un esquema en varios y *coordinar* entre sí varios para hacer más efectiva la asimilación.
- f) *Formalizar* varios esquemas y sus mecanismos de regulación por abstracción reflexiva desde el nivel que los contienen a un nivel superior. La abstracción reflexiva conlleva un "proceso de reflexión" en el sentido de una proyección a un nivel superior de lo extraído del nivel precedente (coordinación de esquemas de acción y los mecanismos de regulación de los esquemas del nivel inferior) y un "producto de la reflexión" en el sentido de una reconstrucción o reorganización cognitiva en el nuevo nivel que actuaría desde ese momento como regulador del nivel inferior.

Esta visión de los esquemas no coincide con otras que los presentan como estructuras de datos, que se expresan verbalmente o de otra forma simbólica, propia de las teorías conexionistas actuales del procesamiento de la información. Dicha visión no puede considerarse como constructivista ya que no es genética y no considera que todos los esquemas son esquemas de acción (Delval, 1997).

4. Implicaciones educativas

Está siendo poco explícito cualquier trabajo sobre educación que declare sin más detalle que su fundamentación es constructivista; sólo nos permite suponer que el autor admite cierto compromiso con que "*el alumno construye su conocimiento*" lo cuál, comparado con las precisiones hechas en §3, sería decir bien poco. Incluso el término "*construir*" resulta polémico y no parece estar consensuado (Grandy, 1997). Existe una notable convergencia en este sentido:

- Con la etiqueta del constructivismo se da una diversidad de respuestas a las cuestiones de quién hace el conocimiento, cómo se hace, y sobre qué base se sostiene el conocimiento para adquirir tal categoría (Bliss, 1995).



Algunas implicaciones educativas deducidas de la visión constructivista detallada (VCD) desde la Psicología	
Sobre el conocimiento previo	Sobre cuestiones de enseñanza
<p>La VCD permite abordar las ideas previas no como "cajas negras" sino conociendo con cierto detalle su origen y posibilidades de cambio y considera los "efectos" o dependencia entre lo que espera encontrar el investigador y lo que encuentra:</p> <ul style="list-style-type: none"> Si espera ver qué sabe el alumno sobre los contenidos de enseñanza se suele encontrar "errores conceptuales". Si es cómo explica fenómenos ligados con dicho contenido, "concepciones alternativas". Si se piensa que ideas de alumnos e históricas están relacionadas: "concepciones históricas". Si se admite coherencia en las ideas previas, la búsqueda de regularidad-des: "esquemas alternativos". Si se admite (VCD) organización interna, depende de cómo se perciba esa organización interna (retículo de conceptos, jerarquizados en teorías implícitas, como una estructura de esquemas cognitivos.) <p>El constructivismo social (trivial) ha trabajado sin modelos sobre la organización interna del sujeto con resultados un tanto deficientes.</p>	<p>El aprendizaje constructivista, incluso en las tendencias recientes, es usual plantearlo en términos de "¿qué es lo que cambia?" y "¿cómo cambia?", pero si se admite VCD, en lugar de cambio, habría incrementos de la capacidad de asimilación, reestructuración o acomodación, coordinación o diferenciación de esquemas, abstracción reflexiva, toma de conciencia..., procesos que se pueden describir como transformación, modificación o evolución, pero no como cambio. En la VCD no es posible tirar nada a la basura y si dar prioridad al activar unos esquemas sobre otros. Otras propuestas de enseñanza se basan en la analogía entre cambios de teorías del alumno y los de Ciencias. Sin embargo, existen deficiencias teóricas al hacer esta transposición analógica del plano del pensamiento formal al natural: ambos conocimientos son tan diferentes que limitan la validez de la analogía. Además, no hay razón para la propuesta de enseñanza basada en la analogía, cuando es posible hacerlo con teorías de aprendizaje construidas sobre datos psicológicos del sujeto.</p>

- Se ha encontrado que en el ámbito de la educación se han usado las siguientes palabras para calificarlo: contextual, dialéctico, empírico, humanístico, procesamiento de la información, metodológico, moderado, piagetiano, postepistemológico, pragmático, radical, realista, social y sociohistórico (Good, 1993). A esta lista debe añadirse la variante humanista, además de la débil y la trivial (Matthews, 1994).
- Hablar del paradigma constructivista no es ningún referente pues hay muchas formas distintas de concretarlo o modelarlo (Sanmartí y Azcárate, 1997).
- El "enfoque constructivista" es una etiqueta indefinida que ha recibido tantos apelativos como autores se han acercado a él. Desde este enfoque existen muchos modos de proceder y entender la enseñanza y el aprendizaje (Pozo y otros, 1991).
- Existe una diversidad de teorías cognitivas desde las que se han extraído retazos para conformar la visión constructivista de la educación, aún así se percibe cierta convergencia en torno a una serie de ideas centrales o principios explicativos básicos entre investigadores y autores que se sitúan en principio en encuadres teóricos distintos (Coll, 1990; 1992).

La cuestión es que para entender esta diversidad en el plano educativo es necesario distinguir dos planos más donde el constructivismo asume posiciones: en el plano filosófico y en el psicológico (Pozo, 1996; Carretero y Limón, 1997; Delval, 1997). Y es que el constructivismo es al mismo tiempo: *una posición epistemología, una perspectiva del aprendizaje humano y también de la enseñanza*; y existe también un *elemento ético* cuando los constructivistas escriben sobre la buena enseñanza y educación. El constructivismo hace afirmaciones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento y afirmaciones ontológicas sobre la naturaleza del medio físico (Matthews, 1994).

Las precisiones psicológicas realizadas en §3 podrían contribuir a precisar cuestiones y problemas educativos, por ejemplo:

- El énfasis que se pone en los conocimientos previos del alumnado es una

consecuencia de la visión constructivista de la enseñanza y del aprendizaje, pero con frecuencia estos se han puesto en juego más como "cajas negras" (Jiménez Gómez, Solano y Marín, 1999) que como entidades cognoscitivas del sujeto de las que se conoce con cierto detalle su origen, formación y posibilidades de modificación, algo que sólo puede provenir de un estudio psicológico (Marín, 1995; Carretero y Limón, 1997).

Sin embargo, una posición constructivista como la que se ha defendido en §3 exige tomar conciencia y ponderar el "efecto" del observador en lo observado. Es frecuente suponer que el sujeto está resolviendo la misma tarea o problema que el investigador cree estarle presentando (Delval, 1997).

Y es que las supuestas "concepciones del alumno" dependen en buena medida de lo que el observador (investigador) espere encontrar (Marín, 1995; Pozo, 1997) al aventurarse en la búsqueda de concepciones:

- a) Si se esperan que sean lo que el alumno puede saber o no sobre los contenidos de enseñanza se suele terminar encontrando *"errores conceptuales"*. En el cuestionario (parecido al examen académico) no se ha dado mucha oportunidad al alumno a expresar lo que sabía y terminó por expresar lo que no sabía.
- b) Si se baja el listón y se busca lo que el alumno pueda saber sobre la fenomenología ligada con el contenido de enseñanza, planteando cuestiones sencillas y complejas nos toparemos con *concepciones alternativas*.
- c) Si se prevé que las ideas de los alumnos están relacionadas con las que se dieron a lo largo de la historia de la Ciencia, las preguntas y cuestiones por tanto girarán sobre experiencias relevantes históricas y finalmente encontraremos *concepciones alternativas históricas*.
- d) Si se supone que las ideas de los alumnos deben tener cierta entidad y coherencia, se plantearán cuestiones sobre un mismo concepto desde distintos fenómenos relacionados con él para ver si se encuentran ciertas regularidades o cierta coherencia en sus respuestas, llegando de este modo hasta los *esquemas alternativos*.
- e) Si se es consecuente con el principio constructivista de que el alumno tiene una organización cognitiva interna fruto de la cual elabora sus respuestas en su memoria a corto plazo para responder a la cuestión, problema o tarea planteada; la búsqueda y tratamientos de datos depende de qué es y cómo se percibe esa organización interna (como un retículo de conceptos, como una organización jerarquizada de teorías implícitas, teorías específicas y conceptos, como una estructura de esquemas de conocimiento o esquemas de acción, etc.).

Lo usual ha sido, a pesar de etiquetarse el trabajo como constructivista, realizar la

búsqueda de concepciones sin modelos sobre la organización interna del sujeto - casos a, b, c y d- con resultados un tanto deficientes (Duschl, 1994; Jiménez Gómez, Solano y Marín, 1997). En esta línea, las concepciones han sido consideradas con frecuencia como obstáculos que hay que superar, cuando no siempre es así (Carretero y Limón, 1997), en ocasiones el alumno posee concepciones que apuntan en una dirección no tan equivocada donde lo más adecuado es enriquecerlas, precisarlas o conceptualizarlas (Marín, 1999).

Alineada con la posición que se defiende en este trabajo, en la última década, se percibe cierta tendencia significativa a considerar modelos cognitivos para abordar el problema de las concepciones (Oliva, 1999).

- El aprendizaje dentro de un marco constructivista, incluso en las tendencias más recientes (por ejemplo, Carey y Spelke, 1994; Pozo, 1997; Vosniadou y Ioannides, 1998; Dissesa y Sherin, 1998), es usual plantearlo en términos de "*¿qué es lo que cambia?*" y "*¿cómo cambia?*", cuando, en sentido estricto, si se está admitiendo que el conocimiento es construcción (con las precisiones del §3) no habría lugar para el cambio, en todo caso, enriquecimiento del esquema de conocimiento, o lo que es lo mismo, ampliación de su capacidad de asimilación, reestructuración para ajustarse a las "resistencias reales", coordinación o diferenciación de esquemas, abstracción reflexiva para formar esquemas operatorios o formales, toma de conciencia de un esquema implícito, etc., procesos que se pueden describir como transformación, modificación o evolución, pero nunca como cambio. En una visión constructivista del conocimiento, no es posible cambiar una cosa por otra, en el sentido de sustituir o en el sentido de eliminar para insertar algo nuevo, y sí se podría incentivar a que los esquemas nuevos tengan prioridad de activación frente a los antiguos (Piaget, 1977; Pascual-Leone, 1983; Marín, 1999).

Otros planteamientos de enseñanza se fundamentan en una supuesta analogía entre los cambios de teorías en el cuerpo de conocimientos formales como la Física, Matemáticas, Ciencias Sociales, etc. y los cambios de teorías en el pensamiento natural del alumno. Aunque un cuestionamiento crítico de este planteamiento exigiría una extensión que sobrepasa las intenciones de este trabajo, desde argumentaciones más breves se puede esgrimir que existen algunas deficiencias e incoherencias teóricas al hacer esta transposición analógica del plano del pensamiento formal al natural: ambos conocimientos poseen connotaciones tan diferentes que limitan notablemente la legalidad de la analogía (Strike y Posner, 1992) y los esquemas de conocimiento como constructos del pensamiento natural no son equiparables con las teorías de las disciplinas formales.

Además, qué necesidad hay de proponer mecanismos de aprendizaje a través de una analogía como la descrita, cuando es posible hacerlo con teorías de aprendizaje construidas sobre datos psicológicos del sujeto (Marín, 1999).

En pocas palabras, es escasa la capacidad de dar solución a los problemas educativos

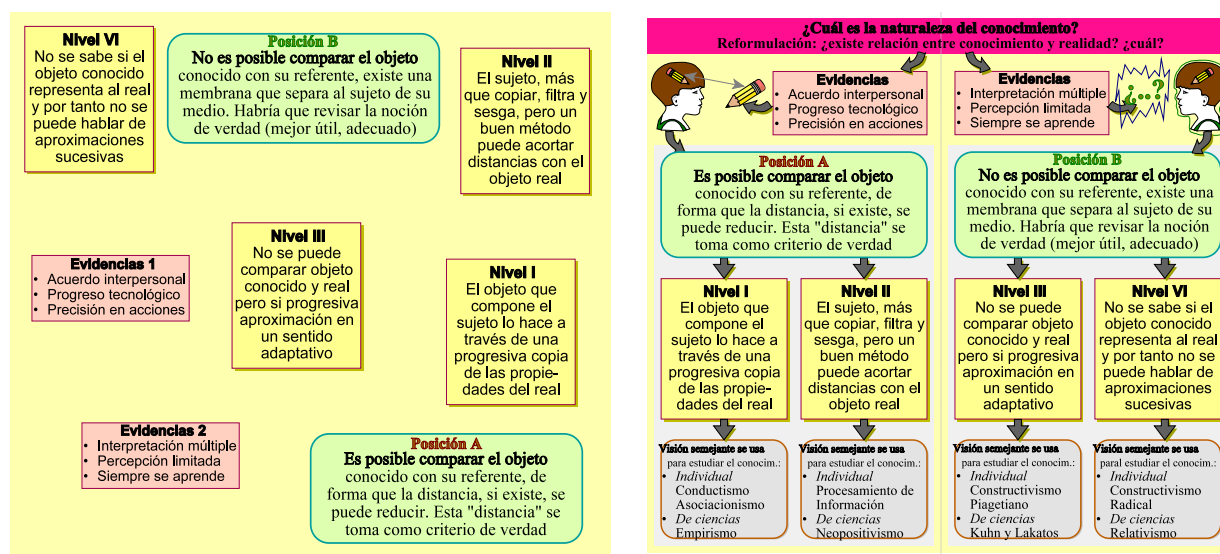
desde la epistemología constructivista si no se complementa este posicionamiento con el detalle que se podría aportar desde la psicología.

Este énfasis en el detalle psicológico no significa caer en un reduccionismo psicológico ya que se admite la importancia en el terreno educativo de la intervención de otras disciplinas, no estrictamente psicológicas, cuyas aportaciones son igualmente decisivas para comprender los fenómenos y procesos educativos, tales como la microsociología, la sociolingüística la etnometodología o las didácticas específicas (Coll, 1997).

ANEXO AL ARTÍCULO

Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación

Guía para analizar las respuestas a la tabla 3



¿Qué relaciones existen entre el objeto cognoscible por el sujeto y el real?

Son varias las opciones que se han manejado para establecer relaciones entre el objeto cognoscible y el real. Tales opciones pueden ser descritas de muy diferente modo en función del factor que se enfatice y de la postura epistemológica y ontológica que se adopte. Es más, las respuestas quedan restringidas al tipo de pregunta inicialmente formulada (Matthews, 1994).

Ha sido usual abordar esta cuestión desde los “-ismos” (“*empirismo*”, “*realismo*”, “*racionalismo*”, “*constructivismo*”, “*idealismo*”, “*objetivismo*”, etc., etc.) de la Filosofía. De hecho, existen algunas tablas de doble entrada que abordan este problema con cierta sistemática (ver por ejemplo, Piaget, 1978; Peñalver, 1988; Geelan, 1997; Marín y Benarroch, 2000).

El uso de los términos “ismos” para dar una solución a los problemas de conocimiento no podría ser en ningún caso ni sistemático ni concluyente por varios motivos:

- El término “ismo”, como concepto, tiene un alto nivel de abstracción. Se refiere a una visión, una actitud o un modo de proceder ante el mundo. Los conceptos a los que hace referencia directa son también de naturaleza abstracta y son usuales para describir la fenomenología ligada al conocimiento (teorías, conceptos, normas, valores, posturas, etc.). La extensión de los elementos ligados a un término “ismo” pretende abarcar la totalidad. Y ya se sabe que “*lo que mucho abarca poco aprieta*”.
- El alto grado de generalidad del término “ismo” hace que para ligarlo a un contenido concreto con referencias empíricas o hacer uso de ejemplos y contraejemplos y no fracasar en el intento, sea necesario tener un conocimiento experto, cuanto menos en tres

disciplinas: filosofía, psicología y ciencias. La cadena inferencial que liga un concepto “ismo” con un referente concreto es larga y la probabilidad de fallar en cualquier eslabón aumenta y la de ir acumulando sesgos y errores también. Además, el alto grado de generalidad de los “ismos” hace que sea discutible su uso para valorar, encasillar o catalogar cuestiones y problemas concretos, puesto que matices importantes de lo valorado probablemente no sean considerados.

- Si en todo concepto con referentes no simbólicos (entes físicos en contraposición a entes matemáticos, lógicos o lingüísticos donde los referentes son simbólicos) existe una zona difusa o poco precisa entre su comprensión y extensión, como lo evidencia el que la cognición del sujeto no puede asimilar la totalidad de su universo exterior (Piaget, 1978), en el caso de los *ismos* dicha zona equívoca es tanto mayor, como además se puede apreciar en la diversidad de acepciones que posee cada uno de éstos términos (ver por ejemplo, Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996).

Por tanto, habría que admitir las limitaciones de los términos “ismos” para precisar cuestiones sobre conocimiento si bien pueden ser válidos como marcos de aproximación al problema. Una mayor precisión se lograría si llenamos dichos marcos con contenido psicológico o sociológico (Pozo, 1996; Rodrigo, 1997).

No obstante, resulta atractivo usar términos “ismos” para argumentar sobre cualquier asunto ya que son afirmaciones de gran nivel de generalidad y realizadas con pretensiones sistemáticas. Este atractivo se debe en parte a la fascinación y otros sentimientos emotivos que produce en quien los usa (Botella, 2001). En un contexto de debate el uso de estos términos por uno de los miembros puede significar la imposición de su opinión, pero también el rechazo por parte del resto del grupo. En el entorno cotidiano no es normal su uso y menos aún en contextos laborales de media o baja cualificación. No es descabellado afirmar que quien lo usa suele estar exento de trasladar de un sitio a otro pesadas cargas.

Así pues, se trata de establecer un orden sobre la distintas posiciones que se adoptan al hablar de la naturaleza del conocimiento evitando el uso de los “ismos” de la filosofía. Al abordar este problema, necesariamente se ha de abordar también la relación del conocimiento del sujeto con su mundo externo (Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996). El punto de partida será preguntarnos qué tipo de relación existe entre el conocimiento y la realidad. En la literatura se encuentra un abanico de posibilidades que, inicialmente, se van a agrupar en dos posiciones bien diferentes:

Posición a:

Entre lo que conocemos y su referente externo es posible hacer comparaciones, de forma que las diferencias entre ambos es posible reducirla, incluso anularla, tomando una y otra vez información sobre el referente externo para compararlo con lo que ya sabemos. Por tanto es plausible usar la noción de verdad en función de la mayor o menor distancia entre el conocimiento que poseemos de cualquier cosa y la

cosa tal y como es en la realidad.

Posición b:

Entre lo que conocemos y su referente externo no es posible comparar. Esto sólo es posible entre los distintos contenidos cognitivos del sujeto. Vale decir que el sujeto se encuentra permanentemente en el interior de una “membrana” que le impide “salir” para tomar un contacto directo con el mundo exterior. Lo mismo que cualquier ser vivo, por ejemplo una ameba, no puede salir de su membrana. En el caso del conocimiento tal membrana se puede ver con distintos grados de flexibilidad que hace posible una mayor o menor interacción del sujeto con su mundo exterior. En cualquier caso el dato que percibe el sujeto no proviene directamente del mundo exterior. Por tanto, en vez de hablar de distancia entre objeto cognoscente y objeto real sería más conveniente hablar de contenidos cognoscitivos más cercanos a la membrana (percepciones, hechos, evidencias observables, datos empíricos, etc). o más lejanos (conceptos, leyes, teorías, principios, etc). Consecuentemente, habría que revisar la noción de verdad ligada a la cercanía con el objeto real, pues sería más oportuno hablar de ideas “más útiles, más eficaces, más adecuadas, más previsoras, más convenientes, más coherentes”, etc.

A primera vista parece que la posición (a) está más apoyada por la “evidencia” que la (b). La idea o percepción que tengo del objeto que tengo delante ¿que otra cosa puede ser que el objeto mismo?. La mayoría de la gente piensa de este modo (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Además, ¿como es posible que sea tan fácil ponernos de acuerdo sobre lo que estamos hablando?. Creencias muy parecidas a la que se afirman en (a) han marcado fuertemente el desarrollo del conocimiento de ciencias desde Galileo a Einstein y guían usualmente la actividad de cualquier científico (Charmels, 1984; Harding y Hare, 2000). Que se sepa, pensar de este modo no tiene efectos secundarios y resulta bastante práctico y eficaz. Ahí está el progreso experimentado por el conocimiento científico.

Pero tampoco le faltan razón a los que piensan según lo dicho en (b). Sólo hay que recordar que somos entidades biológicas con unos órganos de percepción tan limitados que sólo perciben porciones de lo que nos rodea y que cuando un fenómeno es complejo u ocurre demasiado rápido, las personas no se ponen de acuerdo respecto a lo que han visto o han interpretado. Incluso, ante un fenómeno simple, un experto en el asunto “ve” mucho más que los demás. No está muy claro qué opción es la más cierta o la más adecuada.

En un intento de precisar mejor las dos opciones (a, b), cada una se va bifurcar en dos posturas diferentes, lo que permitiría disponer de cuatro modos diferentes para describir la relación entre objeto cognoscente y real. Tales modos se pueden presentar como cuatro niveles escalonados que van desde la identidad entre ambos a la imposibilidad de poder afirmar nada sobre qué es lo que representa el objeto cognoscente.

Nivel 1: El objeto que compone el sujeto lo hace a través de una progresiva copia de las

propiedades del real (posición a versión 1). Dicho de otro modo, la realidad es tal y como se ve. Los datos empíricos aportan datos fiables de lo que es el mundo exterior. Las distorsiones del sujeto se percibe como un problema de éste, dado que un sujeto "experto" y que observa cuidadosamente la naturaleza puede "leer" su mensaje. Así, el conocimiento se percibe como constituido por un retículo de asociaciones impuestas por las contingencias reales. Por tanto, no es que represente la realidad sino que es su copia.

Posiciones semejantes se han mantenido para estudiar:

- *El conocimiento del sujeto*

La postura que ha abordado el estudio del comportamiento individual humano se denomina *conductismo*. Ésta, aborda la fenomenología del conocimiento como una caja negra o modelo de "tábula rasa" donde la realidad externa va grabando el conocimiento. No se admite ninguna estructura interna para modelizar la mente del sujeto (Pozo, 1989).

- *El conocimiento de ciencias.*

La ciencia se percibe como una acumulación de conocimientos extraídos por inducción (*inductivismo o empirismo*) desde la observación detenida y detallada de la naturaleza (Chalmers, 1984). En este caso la función de la ciencia es descubrir las reglas de la naturaleza más que inventar modelos para interpretarla (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Nivel 2: El objeto que compone el sujeto no lo hace copiando el real pues siempre filtra y sesga, pero con un buen método es posible establecer correspondencias entre ambos que pueden hacerse cada vez más precisas (posición a versión 2): Los datos empíricos, aunque no exentos de error, aportan información del mundo exterior. Un buen control metodológico del error permite entrever lo que son los objetos, de modo que la correspondencia entre el objeto cognoscible y el real se hace cada vez más precisa.

Posiciones semejantes son mantenidas para estudiar:

- *El conocimiento del sujeto*

El *procesamiento de información* en el ámbito de la psicología mantienen una posición semejante a la del nivel 2 (Pozo y Scheuer, 1999). Tal movimiento, modeliza el conocimiento del sujeto admitiendo que posee una estructura interna con capacidad para procesar información a través de todo tipo de inferencias, distintos tipos de memorias, capacidad de atención, etc. Tal estructura puede distorsionar o no estar capacitada para un determinado aprendizaje, pero es posible lograr en condiciones óptimas (internas / externas) un conocimiento verdadero.

- *El conocimiento de ciencias.*

Las ciencias debe suponer un esfuerzo por encontrar la copia más fiel de la realidad ontológica de la naturaleza. Esto es posible, como defienden los *neopositivistas*, mediante el denominado *método científico*, el conocimiento se construye desde la experiencia sensible, pero es necesario verificarlo. Para lo cuál, se hace necesario el uso de un lenguaje lógico-

simbólico que garantice inferencias deductivas correctas (Ferrater Mora, 1978; Sánchez Meca, 1996). El conocimiento verificado de ciencias es el más exacto y verdadero de cuantos existen.

Nivel 3: El objeto cognoscente no se corresponde con el real pero se puede hablar de aproximaciones sucesivas al real en un sentido adaptativo (posición b versión 1): No es posible conocer nada de la realidad ontológica del objeto en sí pero es posible afirmar que nuestro conocimiento progresa en una dirección positiva sujeto-objeto. Esta afirmación se fundamenta en el hecho de que las interacciones del sujeto las lleva a cabo sobre los objetos reales, aunque tales interacciones no aportan información directa del objeto y no supone comparaciones directas. Lo que si aportan las interacciones son datos que permiten construir un objeto cognoscible cada vez más próximo del objeto real pero sin alcanzarlo jamás. Esta distancia no se puede concretar en términos absolutos ya que no se sabe donde está el objeto real.

Posiciones semejantes son mantenidas para estudiar:

- *El conocimiento del sujeto.*

La teoría de la equilibración de Piaget (1978) se ajusta muy bien a esta visión del conocimiento. Según este autor, su posición constructivista es "naturalista sin ser positivista, que muestra la actividad del sujeto sin ser idealista, que se apoya igualmente sobre el objeto pero considerándole un límite (existiendo por tanto con independencia de nosotros, pero sin ser alcanzado nunca), y sobre todo que ve en el conocimiento una construcción continua" (Piaget, 1977a, p.13).

- *El conocimiento de ciencias.*

Hacer ciencia supone la construcción de teorías y modelos cada vez con mayor capacidad para interpretar y predecir. El valor de un modelo no es algo intrínseco a él o está ligado a su grado de verdad sino a su utilidad en el contexto de intereses y fines para el que fue inventado.

Esta visión del conocimiento de ciencias queda lejos de visiones simplistas como proceso acumulativo o eminentemente racional y se acerca a una visión compleja donde la ciencia se organiza alrededor de una comunidad de ciencias (Kuhn, 1975) o de un programa de investigación (Lakatos, 1974) y donde los procesos de progreso no son exclusivamente racionales.

Nivel 4: Imposibilidad de saber si el objeto cognoscente representa al real y por tanto no se puede hablar de aproximaciones sucesivas al objeto real del que no se sabe nada (posición b versión 2): La información que aporta la interacción sujeto-objeto no aporta nada sobre la realidad ontológica del objeto de forma que no es posible afirmar que nuestro conocimiento esté cada vez más próximo al real. La realidad es una caja negra para el sujeto que sólo se limita a organizar su mundo experiencial a fin de que le pueda resultar más útil, más cómodo y más eficiente.

El organismo aprende tanto de las experiencias positivas como de las negativas, a partir de las cuales va encontrando regularidades y organizándolas en un esfuerzo continuo por evitar contradicciones.

Posiciones semejantes son mantenidas para estudiar:

- *El conocimiento del sujeto.*

En la actualidad la postura de von Glasersfeld (1993) denominada *constructivismo radical* se podría enmarcar en este nivel. Este autor, parte del constructivismo piagetiano, pero afirma que es menos coherente en sus escritos de lo que podría haber sido, e intenta reelaborar sus ideas de un modo consistente y coherente desde el punto de vista lógico (Vuyk, 1985). Adopta una posición idealista al desplazar la caja negra, que el conductismo sitúa en el sujeto, a su entorno externo, hasta el punto de afirmar que el sujeto no interacciona con su medio (Vuyk, 1985).

- *El conocimiento de ciencias.*

La visión relativista de la ciencia propuesta por Feyerabend (1974) se asemeja a la posición adoptada en este nivel al mostrar que no se pueden establecer criterios racionales para hacer comparaciones entre teorías de ciencias rivales, es más, los diferentes desarrollos de la ciencia en distintas partes del mundo muestra que ésta es muy dependiente de las culturas de las diversas zonas. El conocimiento de ciencias está tan impregnado de elementos no racionales (juicios estéticos y de valor, prejuicios metafísicos, anhelos religiosos, etc) como cualquier otro conocimiento tachado de no científico (astrología, objetos no identificados, supersticiones, creencias populares, religiones, etc) y no pueden ser descartados recurriendo a criterios de científicidad y racionalidad.

Comentarios para la reflexión:

- El constructivismo ¿en qué nivel se ubica?
- La mayoría de los científicos que han tenido una producción fructífera han llegado a sus conclusiones sin conocer estas opciones.

LECTURA N° 3

CONOCIMIENTOS QUE INTERACCIONAN

EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

(MARÍN, N. (2001). ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, EN PRENSA)

Resumen: Los modelos y propuestas de enseñanza para las ciencias suelen fundamentarse en algún planteamiento teórico y es usual discutir en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias la adecuación o validez de tal soporte.

La cuestión es que en la enseñanza de las ciencias se dan cita una diversidad de conocimientos: científico, cotidiano, del alumno, académico o del profesor, y parece plausible pensar que un estudio donde se comparen estos conocimientos y se marquen sus diferencias más relevantes, podría aportar claridad sobre qué contextos teóricos serían más adecuados para fundamentar los modelos y propuestas de enseñanza y cuáles menos. Establecidas las diferencias entre conocimientos, en este trabajo se termina reflexionando críticamente sobre los modelos de enseñanza más utilizados en ciencias, indicando sus limitaciones y posibles direcciones para superarlas.

1. INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva amplia, la enseñanza de las ciencias en el escenario escolar viene a significar una encrucijada cognitiva donde se dan cita una diversidad de conocimientos: científico, académico, cotidiano, del alumno o del profesor.

La peculiaridad y diversidad del origen, construcción, formato y soporte de cada uno de los conocimientos implicados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, hace ver que estamos ante una problemática donde están implicados ámbitos disciplinares tan dispares como la historia y epistemología de la ciencia, la psicología, la sociología, la lingüística o la filosofía. Es plausible pensar que la simultaneidad interdisciplinar es el modo más adecuado de evitar los tratamientos parciales o sesgados que se han puesto en evidencia en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, tales como:

- La propuesta clásica de cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982) surgida desde la filosofía e historia de la ciencia supone una visión del aprendizaje del alumno demasiado racional que no contempla ciertas peculiaridades de las adquisiciones individuales (Vosniadou, 1999; Duit, 1999).
- Los aspectos emotivos del sujeto no se hacen intervenir en el proceso de aprendizaje cuando se ha mostrado que existe una relación íntima entre las componentes afectiva y cognitiva que integran el sistema mental del sujeto (Pintrich, 1999;

Marina, 1996).

- Faltan estudios más detallados sobre la influencia en el aprendizaje de las ciencias de las variables relacionadas con el entorno social y escolar, así como las intervenciones instruccionales sobre la base de sistemas simbólicos, tales como el científico, el matemático, el lingüístico, etc. (Vosniadou, 1999; Säljö, 1999).

Este trabajo pretende, en un primer momento, señalar los distintos tipos de conocimientos que intervienen en la enseñanza de las ciencias. Después, se llevará a cabo una comparación entre ellos, donde se enfatizará primordialmente las diferencias entre pares de conocimientos, justo aquéllas que pueden resultar más relevantes para precisar o evaluar críticamente problemas ligados a la enseñanza de las ciencias, tarea ésta que se llevará a cabo como colofón del trabajo.

2. CONOCIMIENTOS IMPLICADOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y FORMULACIÓN DE DIFERENCIAS

Para que el acto de enseñar se pueda dar, debe estar presente el núcleo bipolar "*algo a enseñar - alguien que lo ha de aprender*", la ausencia de uno de los dos polos impide dicho acto; no así la ausencia de otros factores como el docente, el libro de texto, el escenario escolar o los compañeros de clase.

Existen discrepancias sobre qué términos usar para referirse al conocimiento que es enseñado al alumno en contextos escolares; unos autores prefieren denominarlo conocimiento escolar y otros académico. Lo que más importa para las posteriores comparaciones que se van a hacer de los diferentes conocimientos, no será tanto el término a usar como mantener una cuidadosa distinción, en todo momento, entre el conocimiento que va a ser enseñado (externo al aprendiz) y el conocimiento que finalmente terminará construyendo el alumno a partir de sus ideas previas. Aquí se denominará al primero "*conocimiento académico a enseñar*", y al segundo "*conocimiento académico del alumno*".

En el ámbito escolar, es el profesor la figura que normalmente media entre alumno y contenido objeto de enseñanza (Artigue y Douady, 1986). Sin embargo, el "contenido" que finalmente llega al alumno de mano del profesor dependerá del grado de comprensión que éste posea de éste, de sus creencias docentes, de cómo percibe la construcción del conocimiento de ciencias, etc. y, consecuentemente, del modo de enseñarlo. Los anteriores "efectos", aunque importantes, aquí no serán objeto de atención, por lo que el saber del docente se va a representar genéricamente por el *conocimiento académico a enseñar*.

Así pues, los dos tipos de conocimiento que se identifican en primer lugar en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar son: el *conocimiento académico a enseñar* y el *conocimiento académico del alumno*. Ambos constituyen el núcleo de conocimientos de un escenario escolar o académico donde, de un modo más o menos implícito, se ponen en juego otros

conocimientos (Rodrigo, 1997), tales como:

- El *conocimiento de ciencias* o *conocimiento científico* de los fenómenos físicos-naturales, que daría soporte de "autenticidad" al que hemos denominado *conocimiento académico a enseñar*, el cual es precisado mediante la adecuación del primero a los distintos niveles educativos, por medio de algún tipo de transformación que se ha dado en denominar *transposición didáctica* (Jiménez Aleixandre y Sanmartí, 1997). Así definido, el conocimiento de ciencias que se pone en juego en las comparaciones de este trabajo es aquel que goza de un amplio consenso entre las comunidades de ciencias y es, en cierta medida, lo que Kuhn (1981) denominó "ciencia normal".

- El *conocimiento cotidiano del alumno*, el cual es construido en una constante y dilatada interacción con su medio natural y social. En escenarios escolares y cotidianos, como habrá ocasión de mostrar, existen notables diferencias, tanto en lo que se aprende como en el modo de ser aprendido. Así, el conocimiento cotidiano se adquiere usualmente de forma espontánea e informal, mientras el académico se adquiere de forma más directiva, sistemática y formal. Salvo solapamientos tales como lo que se adquiere por currículo oculto o documentales de TV, se admite que el conocimiento académico es claramente diferente al cotidiano (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; De Posada, 1996; Pozo y Gómez Crespo, 1998). Ambos conforman el bagaje cognoscitivo que se denominará *conocimiento del alumno*.

A considerar todavía un nuevo tipo de conocimiento que será esencial para una caracterización más contundente de las diferencias entre los conocimientos implicados en la enseñanza de las ciencias: el *conocimiento del científico* o del experto que realiza aportaciones al cuerpo de conocimientos de ciencias. La mayoría de éstas son de tipo "normativo", que enriquecen, precisan o diferencian aspectos concretos del entramado conceptual de ciencias (Kuhn, 1981), mientras que las propuestas novedosas que rebasan la zona de conocimientos punteros, aparecen en menos ocasiones. Aún son más escasas las que terminan incitando a la comunidad a realizar reestructuraciones más o menos extensas del andamiaje conceptual.

Llegados a este punto, a fin de establecer qué conocimientos van a ser comparados, se va a adoptar un primer criterio que consiste en distinguir conocimientos *dentro y fuera* del sujeto. Tal distinción, además de gozar de cierta evidencia, está bastante consensuada entre autores que han abordado problemas epistemológicos (por ejemplo, Lakatos, 1974; Bunge, 1981; Piaget y García, 1982; Chalmers, 1984). Este criterio será relevante para establecer las comparaciones entre los conocimientos implicados en la enseñanza de las ciencias y, por el momento, permite realizar la siguiente clasificación de éstos:

A. Conocimientos internos al sujeto:

- A1. Conocimiento del alumno
- A2. Conocimiento del experto en ciencias, o simplemente, conocimiento del científico

Ambos, A1 y A2, contienen conocimientos que provienen tanto de entornos cotidianos como académicos pero, como se mostrará, con organizaciones cognitivas y usos diferenciados.

B. Conocimientos externos al sujeto:

- B1. Conocimiento de ciencias
- B2. Conocimiento académico a enseñar
- B3. Conocimiento cotidiano

Las diferencias básicas entre B1 y B2, como se verá con más detalle, residen en la organización de contenidos, el grado de dificultad conceptual y, sobre todo, el contexto donde se administran.

Notar que quizá se eche en falta el conocimiento que ha ido apareciendo a lo largo de la historia de las ciencias, más aún, cuando es usual tomarlo como contenido académico, acaso por el supuesto paralelismo entre la filogénesis y ontogénesis de los conceptos de ciencias. El análisis comparativo, al estar restringido al momento actual, no considerará directamente el anterior conocimiento.

Así pues, establecidos los tipos de conocimiento implicados en la enseñanza de las ciencias, se pretende ahora caracterizar algunas diferencias entre pares de conocimientos, justo aquéllas que consideramos determinantes para analizar o evaluar cuestiones problemáticas ligadas a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias. Son las siguientes:

Diferencia 1: Entre el conocimiento cotidiano y el de ciencias. Iniciamos las comparaciones con dos tipos de conocimiento que presentan las diferencias más acusadas: el conocimiento cotidiano y el conocimiento de ciencias, en ambos casos, como conocimientos colectivos externos al sujeto. Esta diferencia contextualiza las siguientes, dado que hablan de los dos escenarios más relevantes, a falta del escolar, donde se desarrollarán otros tantos conocimientos individuales, de los que serán de nuestro interés el conocimiento del alumno y el del experto en ciencias. Además, esta diferencia es también importante para la enseñanza de las ciencias, dado que las concepciones que el alumno ha desarrollado en su entorno cotidiano son determinantes en sus construcciones escolares.

Diferencia 2: Entre el conocimiento de ciencias y el del científico que es experto en algún sector disciplinar de las ciencias. Interesa resaltar esta diferencia, por un lado, para mostrar que a pesar de ser dos conocimientos próximos, presentan claras diferencias principalmente por el tipo de soporte donde se ubican (exterior / interior del sujeto). Como se mostrará al tratar la diferencia 4, en la literatura del ámbito de la enseñanza de las ciencias, se aprecia cierta indiferenciación entre ambos conocimientos que podría tener algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias.

Diferencia 3: Entre conocimiento del experto en ciencias y el del alumno. Es también, desde

un punto de vista funcional, semejante a la que se suele encontrar formulada en la literatura como diferencia entre expertos y novatos sobre los contenidos de ciencias (Carey, 1991; Chi, Slotta y Leeuw 1994). Esta diferencia puede resultar muy fructífera dado que uno de los objetivos más relevantes de la enseñanza de las ciencias es desarrollar en la mente del alumno características y habilidades propias del pensamiento formal (Piaget, 1977b; Shayer y Adey, 1984; Lawson, 1994), las cuales son semejantes a las usadas por el científico.

Diferencia 4: Entre la epistemología individual y la del cuerpo de conocimientos de ciencias. Llenos de argumentos una vez que se hayan establecido las anteriores diferencias, se abordará finalmente esta interesante diferencia, que es sin duda relevante por el gran número de importaciones que se han realizado al contexto de la enseñanza de las ciencias desde la epistemología de la ciencia, bajo la analogía del "alumno como científico" (por ejemplo, Posner y otros, 1982; Driver, 1983; Solomon, 1994; Claxton, 1994; Duit, 1999), y que ha sido una constante característica del *movimiento de las concepciones alternativas* (Marín, Solano y Jiménez Gómez, 1999).

Algunas otras comparaciones podrían ser realizadas, por ejemplo, entre el conocimiento de ciencias y el académico pero, como se verá, éstas serán suficientes para tomar argumentaciones sólidas relativas a cuestiones de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

3. PLANTEAMIENTOS Y POSICIONAMIENTOS PRELIMINARES

Para caracterizar las cuatro diferencias anteriores se precisa hacer algunas aclaraciones, tanto sobre el modo de llevarlas a cabo como para acotar el alcance de éstas:

A) Como ya se ha indicado, no se trata de hacer un tratamiento sistemático de las diferencias entre los tipos de conocimiento que se han destacado. Si así fuera, el presente trabajo se sale claramente del ámbito de trabajo de la enseñanza de las ciencias. El estudio es más bien funcional y se reduce a las diferencias que puedan resultar más significativas para un análisis crítico posterior de propuestas y modelos de enseñanza y de aprendizaje en ciencias.

B) Respecto al orden de presentación de las *diferencias*, se van a colocar en primer lugar las más independientes respecto a las demás, y al final las que requieren de argumentos dados con anterioridad o exigen una caracterización más compleja para describir las diferencias.

C) Puesto que no se puede evitar que el modo de caracterizar o formular las diferencias dependa en gran medida de la posición ontológica y epistemológica que se adopte sobre la naturaleza del conocimiento, se hace necesario fijar dicha posición.

Decir que se adopta una visión constructivista del conocimiento es decir bien poco (Pozo, Gómez Crespo, Limón y Serrano Sanz, 1991; Sanmarti y Azcárate, 1997) ya que depende de cómo se conceptualice la interacción sujeto-objeto, de cómo se concrete la estructura

cognoscitiva del sujeto y la naturaleza del medio externo. Así, el constructivismo como posición filosófica puede terminar adoptando cualquier posición epistemológica: idealista, empirista, racionalista, etc. (Marín y Benarroch, 2000), convirtiéndose en un término vago e impreciso si la afirmación "*el sujeto construye el conocimiento*" no se complementa con precisiones que vayan más allá de dicha posición filosófica (también, Perales, 1992; Pozo, 1996; Rodrigo, 1997). Así pues, la posición que aquí se adopta es consecuente con lo que se podría denominar *constructivismo dinámico* (Pozo, 1989), la cual Delval (1997) precisa con tal suerte que da pocas oportunidades a la ambigüedad. El tomar partido por un punto de vista determinado no evitará considerar otros planteamientos constructivistas en la tarea de marcar diferencias entre conocimientos, si bien las diversas posiciones serán insertadas en contextos argumentales que permitan ser valoradas críticamente. Con ello se intenta eludir una exposición a retazos para acercarnos a otra más orgánica.

D) En el marco del anterior planteamiento constructivista, las *cuatro cuestiones* a tener en cuenta para comparar cada par de conocimientos serán:

D1. Soporte físico

Se trata de señalar si el conocimiento se encuentra en el interior / exterior del sujeto. Subyace en este planteamiento simple una actitud epistemológica que se aleja de visiones que admiten un conocimiento "flotando" en un espacio etéreo esperando dueño. Más bien, esta posición constructivista busca, incluso para los conocimientos más complejos y dispersos, el soporte material sobre el que descansa.

D2. Contexto donde se construye el conocimiento

Es importante dejar explícito el escenario de donde surgirá el conocimiento, pues los factores externos son determinantes para facilitar después la caracterización del conocimiento construido (Rodrigo y otros, 1993; Rodrigo, 1997).

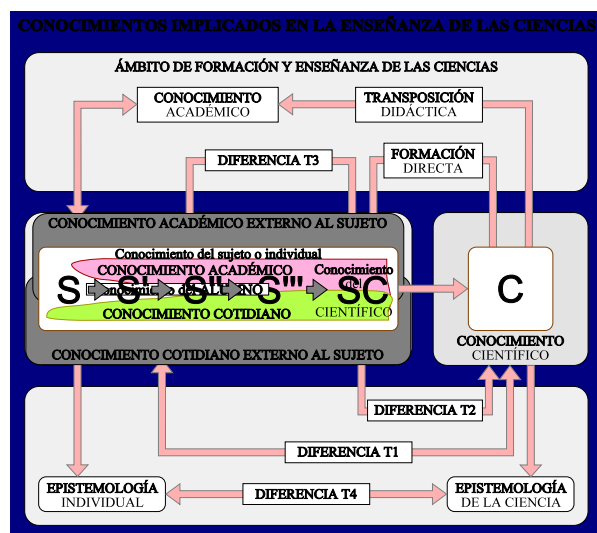
Los escenarios usuales que van a ser considerados serán el escolar, el cotidiano y el científico, cada uno con sus metas, reglas, intereses, etc.

D3. Modos de adquisición y construcción cognitiva

En un primer momento, la atención se centrará en las interacciones entre conocimientos externos / internos al sujeto y sus implicaciones en las construcciones cognitivas. Así, mientras que los conocimientos externos al sujeto son construcciones colectivas realizadas mediante una regulación y administración de las aportaciones individuales, en la construcción del conocimiento individual se admiten tres tipos de interacciones sujeto-medio, que pueden aportar datos para que el sujeto construya conocimiento (Claxton, 1987; Rodrigo y otros, 1993; Marín, 1997): a) *Interacciones físicas* o experiencias directas, que serían las que el sujeto lleva a cabo con los objetos materiales y personas que le rodean, como puede ser sujetar, transportar, cortar, transformar, construir, etc.); b) *Interacciones por significantes* o experiencias simbólicas, donde el sujeto se apropia de buena parte del vasto

bagaje cultural a través de significantes verbales, simbólicos, gráficos, etc.; y c) *Experiencias vicarias o por observación*, en las que el sujeto adquiere una valiosa información a través de la observación de las conductas de los demás, modelando la suya propia (Riviere, 1990).

La integración de datos provenientes de cada tipo de interacción conlleva una determinada mecánica de aprendizaje (Claxton, 1987). En la construcción de conocimientos individuales se considerará también procesos internos asociados al desarrollo del sujeto, como son los procesos de reestructuración y toma de conciencia.



Aspectos a comparar en cada par de conocimientos		
Aspecto	Descripción	
1 Soporte ¿externo o interno?	Se señala si el conocimiento se encuentra en la mente del sujeto o es un conocimiento compartido con soportes para ser registrado	Esta actitud epistemológica se aleja de otras visiones del conocimiento que no requieren de un soporte físico para existir
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento	Es importante dejar explícito el escenario de donde surgirá el conocimiento, pues los factores externos (intereses, valores, fines, soporte económico, etc) son determinantes para facilitar después la caracterización del conocimiento construido	Los escenarios usuales que van a ser considerados en las comparaciones serán básicamente tres: • Escenario escolar • Escenario cotidiano • Escenario de ciencias Con características bien diferentes unos de otros
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento	Existen tres tipos de interacciones en las construcciones individuales: • Interacciones físicas • Interacciones por significantes • Interacciones por observación Cada una aporta datos cuya adquisición es peculiar. Toma de conciencia y reestructuración	En los conocimientos colectivos la construcción se lleva a cabo mediante una regulación y administración de las aportaciones individuales. En este caso los "efectos sociales" (medios de difusión, reglas y valores del colectivo, etc) hay que tenerlos muy presentes
4 Carácter del conocimiento construido	• Carácter implícito/explicito del conocimiento. El externo se registra en formatos explícitos. El interno tiene partes implícitas • Procedimental/declarativo. Lo que sabemos de la realidad frente a lo que sabemos hacer sobre la realidad	• Cantidad, calidad y formato de los significados. Distinción entre significado y signifiante. • Grado de integración de las adquisiciones. Para conceptos: memorizar, comprender e integrar. Para procedimientos: implícitos, acción maestra, explícitos

D4. Carácter del conocimiento construido. Aunque los anteriores aspectos (D1, D2 y D3) de la construcción del conocimiento determinan este último, la caracterización del conocimiento construido es, usualmente, la cuestión más definitiva para marcar diferencias entre cada par de conocimientos a comparar. Los caracteres o cualidades del conocimiento a comparar son:

- **Carácter implícito/explicito del conocimiento.** El conocimiento externo al sujeto, para ser algo más que el intercambio oral de conocimientos individuales, está abocado a ser registrado en diversos formatos físicos, siendo más usual el escrito. Por el contrario, el conocimiento individual posee una importante carga de conocimiento implícito que sólo puede ser soportado en el interior del sujeto. A pesar del carácter implícito de este conocimiento, su presencia es necesaria para entender nuevas adquisiciones cognitivas o determinadas dificultades de aprendizaje, tanto en el ámbito cotidiano como académico (Piaget, 1976; Pozo y otros, 1991; Karmiloff-Smith, 1994; Rodrigo, 1999; Vosniadou, 1999).
- **Contenido procedimental/declarativo del conocimiento.** Este factor, como los demás, admite diferentes formulaciones según sea el conocimiento, externo o interno al sujeto. Así, en su formulación clásica y consensuada (Anderson, 1983; Pozo y Postigo, 1994; Lawson, 1994; De Posada, 1996) señala que el conocimiento *declarativo* es lo que sabemos sobre la realidad, y que podemos expresar con significantes más o menos adecuados; y el

procedimental hace referencia al saber sobre cómo actuar y transformar la realidad, incluyendo cómo usar el conocimiento declarativo para realizar inferencias, clasificar, prever, solucionar problemas y evaluar sus consecuencias.

Ahora bien, si nos referimos al conocimiento del sujeto, el asunto es más complejo y depende del modelo cognitivo subyacente. En la literatura, para precisar "lo procedimental", no se diferencia lo suficiente entre conocimientos individuales y compartidos (véase por ejemplo, Pozo, 1989).

- *Cantidad, calidad y formato de los significados ligados a los significantes*. Va a suponer una importante matización de las dos características cognoscitivas anteriores.

Respecto a conocimientos internos (conocimiento del científico y del alumno) la distinción entre significado y signifiante es determinante para caracterizarlos. Básicamente, los significantes "*juegan un papel de soporte de la estructura cognoscitiva y son instrumentos del pensamiento figurativo*" (Piaget, 1980, p.44), entre los que caben destacar los signos, símbolos, imágenes mentales y significantes verbales. Los significados son asignaciones o atribuciones que hace el sujeto a los significantes, usando para ello su estructura cognoscitiva (Inhelder y Piaget, 1972), la cual ha ido construyendo desde sus interacciones con el medio natural y social (ver D3). Además, dicha estructura tiene un papel primordial no sólo en la asignación de significados, sino en procesos inferenciales de comprensión e interpretación (Pascual-Leone, 1979; Rumelhart y Ortony, 1982; Coll, 1983).

Así, usando la anterior distinción se puede afirmar que en las adquisiciones escolares del alumno, en contextos de enseñanza usuales, el significado se aproxima más a su versión escrita, es bastante pobre, y su carácter, un tanto rígido, imposibilita o dificulta las transferencias cognitivas (ver también Pozo y Gómez Crespo, 1998). Por el contrario, los significados del alumno adquiridos en escenarios cotidianos, al construirse desde una diversidad de interacciones (físicas, simbólicas y vicarias) en periodos de tiempo amplios, poseen una extensión y carga procedimental importante (vale decir que es un conocimiento "rico en significados"). Bastantes trabajos han mostrado poca conexión entre el conocimiento académico y cotidiano del alumno, y son variadas las hipótesis usadas para explicar este hecho (por ejemplo, De Posada, 1996; Pozo, 1999b).

Respecto a los conocimientos externos, como el de ciencias, para hacer explícitos sus significados, requieren definirlos con precisión mediante significantes bien consensuados (Marina, 1998). El problema del significado en conocimientos externos e internos se aborda con más profundidad en el §7.

- *El grado de integración de las adquisiciones del sujeto en su estructura cognitiva interna*. Este factor complementa al anterior al precisar mejor la calidad y cantidad de los significados del bagaje cognoscitivo del sujeto. Aunque la cuestión es más compleja, respecto a las adquisiciones conceptuales (principalmente provienen de sus interacciones simbólicas), hay tres opciones básicas (Marín, Jiménez Gómez y Benarroch, 1997), a saber: la primera la

denominaríamos *memorizar*, y ocurre cuando la asimilación de lo externo se ha hecho sólo de un modo literal o copiado, sin efectuar vínculos con significados internos; la segunda, *comprender*, significa un poco más que memorizar, pues supone establecer vínculos sustanciales entre el dato externo (percepción, información verbal, dato empírico, etc.) y los esquemas previos del sujeto. Es así como se llega a "entender" o "dar significado" al dato (en términos neopiagetianos se diría que hay asimilación sin acomodación). La comprensión de un contenido externo no supone su incorporación al bagaje cognoscitivo permanente. Para que tenga lugar el tercer modo de adquisición, denominado *integrar*, debe existir una mayor implicación racional y afectiva del sujeto (motivación, interés, necesidad, etc.). La integración por asimilación y acomodación del nuevo conocimiento favorece su transferencia (Piaget, 1977a).

Para aspectos procedimentales y actitudinales de los conocimientos internos no son adecuados los niveles de integración establecidos para las adquisiciones conceptuales, dado que la mecánica de construcción cognitiva es diferente (por ejemplo, Claxton, 1987). Se podrían establecer, al menos, tres niveles de integración para contenidos procedimentales y actitudinales: a) lo integrado está implícito (no hay toma de conciencia) en la mente del sujeto, pero le infiere capacidades y habilidades que ejecuta con cierta sistemática; b) lo integrado infiere al sujeto capacidades y habilidades "maestras" y, aunque no puede evocarlos con significantes verbales, gráficos o simbólicos, etc., existe un control hábil y consciente sobre el resultado de las acciones (el sujeto sabe hacer, no decir); c) existe toma de conciencia de lo integrado, de modo que, además de inferirle capacidades y habilidades procedimentales con resultados satisfactorios, puede ser evocado con signos, símbolos, grafismos o conceptualmente (Piaget, 1976; Karmiloff-Smith, 1994).

Así pues, sirvan estas aclaraciones previas para caracterizar las cuatro diferencias anteriormente establecidas.

4. DIFERENCIAS TIPO 1 ENTRE EL CONOCIMIENTO COTIDIANO Y EL CIENTÍFICO.

El conocimiento de ciencias, por su tendencia intrínseca al consenso, se puede caracterizar mejor que el conocimiento cotidiano, el cual presenta una mayor variabilidad dependiendo de los diferentes contextos culturales y situacionales, si bien existirían unas características prototípicas que parecen estar consensuadas entre los autores que han abordado el tema (por ejemplo, Claxton, 1994; Pozo y otros, 1991; Rodrigo y otros, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1998). Serán a éstas a las que hagamos referencia.

Entre conocimiento cotidiano y científico existen notables diferencias por todas partes, ya se centre la atención: (A) en los escenarios donde se construyen ambos conocimientos; (B) en el proceso de construcción cognitiva; o (C) en las características de cada conocimiento. Serán estos tres frentes los que den orden a la exposición de las diferencias.

A. Escenarios donde se construyen los conocimientos. Las diferencias aparecen entre ambos conocimientos, ya desde el primer momento, al comparar los distintos aspectos que conforman los *escenarios donde se construyen ambos conocimientos*, como son: A1) las características de las comunidades cotidiana y científica; A2) las pretensiones de las actividades que se llevan a cabo; y A3) lo que es considerado como problema, el modo de afrontarlo y la mecánica de evaluación del conocimiento usado o producido en la búsqueda de soluciones.

A1) *Características de las comunidades cotidiana y científica.* La comunidad cotidiana, constituida por una gran diversidad de tipologías individuales: amas de casa, médicos, fontaneros, agricultores, políticos, profesores, alumnos, etc., presentan importantes diferencias individuales que corren paralelas a construcciones distintas de la realidad. Una buena porción de este conocimiento depende de las diferentes actividades específicas de cada sujeto. Sin embargo, el buen entendimiento entre individuos hace suponer que existe un núcleo de conocimiento cotidiano común constituido por creencias sociales y un conocimiento básico mancomunado que se refleja en el uso de un entramado conceptual con amplios núcleos de significados compartidos (Marina, 1998). Las variaciones grupales respecto a este conocimiento común las marca principalmente el contexto cultural de cada sociedad, clase o colectivo (Rodrigo y otros, 1993).

La comunidad de ciencias, por el contrario, está constituida por un selecto grupo de individuos a los que se les exige una buena formación en un área de conocimiento si pretenden realizar aportaciones al cuerpo organizado de conocimientos científicos. Esto, junto a otros mecanismos de regulación asociados a tal área, hace que exista bastante homogeneidad individual, tanto más cuanto mayor consenso tenga el ámbito de conocimiento científico al que pertenece. Por esto la comunicación entre los miembros de la comunidad científica es bastante fluida pero es, con frecuencia, incomprensible para el hombre de la calle, por lo que son necesarias "versiones sencillas" para difundir dicho conocimiento entre los distintos sectores de la comunidad cotidiana que, además, reciben información de otros ámbitos de conocimiento no tan científicos.

A2) *Pretensiones de la actividad de cada comunidad.* Uno de los objetivos prioritarios de la comunidad científica es la producción de conocimiento de calidad, con frecuencia para ser válido y eficaz en ciertos ámbitos específicos de la actividad social ligados a la producción de bienes. Así mientras que de los científicos se espera que sean buenos productores, o cuanto menos, gestores, organizadores o formalizadores de ese saber, de los individuos que integran la comunidad cotidiana, sin descartar las aportaciones en una diversidad de sectores (arte, literatura, tecnología, etc.), se espera más bien que sean buenos consumidores de conocimientos socialmente compartidos. La visión social de algunos autores puntualiza que la actividad cotidiana está muy marcada por fines laborales, pero también por relaciones sociales y culturales (Leontiev, 1979; Luria, 1980).

A3) *Sobre lo que es considerado como problema, el modo de afrontarlo y la mecánica de evaluación del conocimiento usado o producido.* El universo al que se refiere el conocimiento de ciencias es también bien diferente al universo cotidiano. El interés del primero va desde lo más íntimo de la materia hasta los confines del espacio exterior, desde los tiempos remotos en que comienza la formación del Universo hasta los acontecimientos que están por producirse. Todo esto contrasta con las inquietudes más humildes del sujeto cotidiano cuyas escalas espacio-temporales son, frecuentemente, mucho más locales (ver también, Reif y Larkin 1991). Ante tales planteamientos, se podría decir que el científico es un buscador de problemas y, en el intento de encontrar la solución, ampliará los datos que pudieran aportarle las fenomenologías naturales con otros provocados artificialmente en laboratorio, en un bucle sin fin: el encuentro de soluciones siempre conlleva la creación de nuevos problemas. En el caso del sujeto cotidiano prototípico -si exceptuamos la actitud inquieta y curiosa de los niños/as semejante en cierto modo a la del científico-, se podría decir que los problemas se los encuentra como obstáculos que le impiden desarrollar o conseguir los objetivos de su actividad usual. Ante el problema, cabe la posibilidad de "bordearlo" y, si no queda otra salida, se buscarán soluciones usualmente de carácter pragmático (Claxton, 1987). Todo lo contrario de la actitud científica, que consiste en tomar de frente los problemas, con tal decisión que, si la demanda lo requiere, se verá abocado a buscar o inventar nuevas herramientas físicas o cognitivas para llegar a la solución, la cual, además, deberá ser admitida como tal por sus compañeros de comunidad.

La actitud y modo de afrontar el error se asemeja a lo descrito para el problema. En el ámbito cotidiano, cuando los errores aparecen, unos son obviados, otros "bordeados" y, en ocasiones, se remedian o corrigen de un modo pragmático e informal. Por el contrario, en el ámbito científico, se les presta mayor atención y se establecen medidas rigurosas a fin de evitar o controlar los errores (Reif y Larkin, 1991).

B. *En el proceso de construcción cognitiva*, aumentan si cabe las diferencias observadas en el escenario donde se construyen ambos conocimientos. La dinámica de interacción entre conocimiento individual y compartido, que lleva a construir tanto el conocimiento de ciencias como el cotidiano, debe aportar las claves para una mejor caracterización de las diferencias entre ambos conocimientos.

En el caso del científico, si su punto de partida se inicia con su bagaje de conocimientos cotidianos, su transformación en experto supone un largo proceso de formación donde se darán importantes cambios cognitivos: a periodos de enriquecimiento cognitivo le siguen otros de reestructuraciones más intensas (por ejemplo, Pozo, 1989; Carey, 1991; Chi, Slotta y Leeuw, 1994; Vosniadou, 1999).

Poco a poco, el científico para actuar en su ámbito, va dejando atrás su componente cognoscitiva más cotidiana, el peso de su componente afectiva en la toma de decisiones cognitivas y sus débiles estrategias para procesar información, para dar paso a un

conocimiento más explícito, consensuado, racional, con posibilidades para abordar problemas de envergadura científica y, lo que es más importante, capaz de realizar aportaciones individuales al cuerpo compartido de conocimientos científicos. La aportación individual del científico debe tener una clara componente normativa (de lo contrario sería rechazada por la comunidad) y es deseable que contenga también novedades fruto del esfuerzo cognitivo personal aunque no es condición necesaria para tener cierta incidencia entre colegas, la cual dependerá de los mecanismos de regulación y difusión de la comunidad a la que pertenece.

Al igual que las aportaciones individuales científicas, las cotidianas también están reguladas por una comunidad, si bien los procesos de interacción entre individuo y colectivo son diferentes. En la formación individual cotidiana habría que destacar su formación a través del lenguaje que, junto a experiencias personales y vicarias, van conformando las representaciones individuales del conocimiento cotidiano (Pozo y otros, 1991; Rodrigo y otros, 1993). En este proceso de formación, pocos individuos alcanzan un desarrollo cognitivo comparable al del científico, tanto en lo conceptual como en lo procedimental (por ejemplo, Shayer y Adey, 1984; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

La característica más acusada referente a las aportaciones individuales al conocimiento colectivo cotidiano es su gran diversificación. Tales aportaciones pueden modificar en mayor o menor medida el conocimiento cotidiano externo según, principalmente, la mecánica de difusión. Es muy posible que el modelo analógico de selección natural propuesto por Toulmin (1972) sea el más adecuado para explicar la incidencia de las aportaciones individuales: la diversidad de comunidades con poblaciones de conceptos comunes ("pool" de genes compartidos) y otros propios de cada comunidad (genes específicos de la especie) interactuando lo individual y lo colectivo en una dinámica compleja, parece autorizar esta analogía.

Ensayos, opiniones en discursos, divulgación de creencias religiosas o supersticiosas, discursos literarios, opiniones pseudocientíficas y científicas, cuentos, refranes, chistes, mensajes informáticos, etc., etc., son formatos de proyección social del conocimiento individual que pueden gozar de cierta incidencia en los colectivos cotidianos si se realizan a través de los medios de comunicación y según la naturaleza de éstos (resaltar en especial los medios publicitarios o de marketing). Pero este acceso no está regulado necesariamente por criterios de coherencia y racionalidad, ni por el grado o tipo de formación del comunicador, algo que sí se intenta con mayor perseverancia y tenacidad en el ámbito científico.

C. Para terminar la caracterización de diferencias entre conocimiento cotidiano y científico, quedaría por señalar las *diferencias más relevantes entre un tipo de conocimiento y otro* con la siguiente aclaración: se va a comparar conocimiento científico y cotidiano como conocimientos externos al sujeto. Si para caracterizar las diferencias es necesario apoyarse

en conocimientos individuales, esto se hará explícito a fin de no caer en indiferenciaciones entre conocimiento individual y compartido. Las diferencias más relevantes entre ambos tipos de conocimiento son:

- Existe un claro esfuerzo en el ámbito del conocimiento de ciencias, en su fase de ciencia normal (Kuhn, 1981), en pos de un consenso amplio. Para lograr esto, se intenta expresar el conocimiento mediante conceptos cuyos significados se definen explícitamente con la mayor precisión posible (Marina, 1998). Esta necesidad de precisión conceptual, según Reif y Larkin (1991), también está relacionada con la pretensión de la ciencia de obtener máximo poder predictivo aplicando largas cadenas inferenciales a partir de un número mínimo de premisas.

Este esfuerzo no es tan usual en el ámbito cotidiano donde se encuentra desparramado por una diversidad de soportes y formatos de conocimiento externo al sujeto. En este ámbito, buena parte de los esfuerzos de consenso están determinados por necesidades de la actividad común que, según Leontiev (1979), surgen en las relaciones sociales y, sobre todo, en las laborales.

- El grado de estructuración y coherencia en el conocimiento de ciencias es bien alto si se compara con el cotidiano. Tan alto nivel viene impuesto por la dinámica de las incorporaciones individuales y por esa actitud permanente de evaluación de la producción cognitiva. Al carecer de estas mecánicas, el conocimiento cotidiano es mucho menos coherente, pero habrá que tener en cuenta que el objetivo de las actividades de este ámbito sólo exige eficacia pragmática y no necesariamente una actuación en la dirección de una mayor racionalidad (Claxton, 1994). En el ámbito de la Didáctica de las Ciencias ha sido frecuente enfatizar la incoherencia de las ideas de los alumnos. Sin embargo, creemos que el adoptar este punto de vista es, en buena medida, debido al "efecto" de usar el punto de vista científico para evaluar dichas ideas espontáneas del sujeto (Marín, Benarroch y Jiménez Gómez, 2000). Desde la perspectiva del propio sujeto, sus ideas son coherentes, funcionales y pragmáticas (por ejemplo, Pozo, 1999b; Vosniadou, 1999; Taber, 2000). Tal extremo se puede constatar mediante un cambio metodológico en los procedimientos de indagación (Pozo y otros, 1992; Marín, Solano y Jiménez Gómez, en prensa).

- El conocimiento cotidiano está dirigido al mundo concreto de las actividades diarias. Es, por tanto, un conocimiento local, funcional, pragmático y útil para resolver dichas tareas con éxito. En muchos casos, la responsabilidad del individuo para dar solución a un problema no trasciende de él mismo o, a lo sumo, de su ámbito más cercano o laboral, por lo que no es necesario que se den los requisitos que se le exige al científico, a saber, la solución de los problemas debe ser coherente y consensuada y, por esta razón, la variabilidad de posibles respuestas está más restringida. El conocimiento de ciencias tiene como objeto de estudio un universo amplio que incluye las fenomenologías controladas en el laboratorio y, como producto cognitivo, intenta ser coherente y consensuado. Sobre todo, pretende ser eficaz a largo plazo, de modo que la solución para hoy sea también

válida por mucho tiempo (Reif y Larkin, 1991; Pozo y otros, 1992; Rodrigo y otros, 1993). Tales exigencias son, en gran medida, debidas al fuerte vínculo del conocimiento de ciencias con los medios y mecánicas de producción de bienes.

- La eficacia en la producción del conocimiento de ciencias obliga a sus "trabajadores" a desarrollar herramientas físicas y cognitivas depuradas para procesar la información que les lleva a abordar sus problemas mediante potentes estrategias deductivas que no son frecuentes encontrar en el "hombre de la calle", el cual, usualmente, aborda sus problemas con estrategias inductivas, haciendo uso del "ensayo y error" y estableciendo relaciones causales simples y lineales que se rigen por razones de contigüidad espacial y temporal, semejanza y covariación entre causa y efecto (Pozo, 1987; Rodrigo y otros, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En lo que resta de este apartado se presenta una síntesis de las diferencias más relevantes entre *conocimiento de ciencias y cotidiano*, a la que es necesario añadir que ambos conocimientos actualmente *"ya no se encuentran a los extremos de un continuo que va desde la incoherencia, inexactitud y error hasta la coherencia, precisión y verdad"* (Rodrigo y otros, 1993, p. 89; también Giere, 1999). En efecto, existen grupos e individuos en determinados colectivos no vinculados a actividades científicas afrontando problemas de un modo hipotético-deductivo; y lo contrario, ante problemas fronterizos donde los conocimientos científicos actuales se muestran insuficientes, no es difícil ver al científico realizando pruebas de ensayo y error, tomando datos de modo inductivo, o tratando de evitar o posponiendo problemas molestos, si bien en la versión "publicable" de su actividad tratará de evitar alusiones a tales modos de actuación. Así pues, las diferencias más notables son:

- *Soporte físico*

Existe una diversidad de formatos y soportes externos, usando principalmente el significativo verbal escrito u oral, que son comunes tanto para el conocimiento cotidiano como para el científico, si bien este último, además, posee otros contextos de difusión más específicos, como son los artículos especializados, las actas de congresos o el soporte informático.

- *Contexto donde se construye el conocimiento*

La comunidad cotidiana está constituida por una gran diversidad de colectivos y tipologías individuales. Más que productor de conocimientos, "el hombre de la calle" es un buen consumidor del conocimiento socialmente compartido. Usualmente, lo que es objeto de ser tratado como problema es más bien el obstáculo que impide conseguir los objetivos de la tarea cotidiana, cuya solución es usualmente pragmática y particular, y no tiene por qué servir para otros problemas u otras personas.

Por el contrario, el contexto donde se desarrolla conocimiento científico, contiene un peculiar mecanismo de convergencia que lleva a una formación bastante homogénea entre los miembros que integran la comunidad, tanto más cuanto más consensuado esté el

ámbito de conocimiento que profesan. La comunidad centra su esfuerzo en producir un conocimiento válido y eficaz, principalmente para su uso instrumental en el ámbito de producción de bienes. Por esto, se afrontan y se buscan problemas de una gran variedad que a su vez generan nuevos problemas. La solución del problema se procura consensuar y ser útil a largo plazo.

- *Modos de adquisición y construcción cognitiva*

El individuo toma la mayor parte de su conocimiento a través de significantes, usualmente verbales que, junto a experiencias personales y vicarias, conforman su conocimiento cotidiano cuyo desarrollo cognitivo, en general, no alcanza al del científico. Las aportaciones individuales al conocimiento colectivo son muy variadas y su incidencia depende del formato e intensidad del medio de difusión. El acceso para propagar ideas individuales en tales medios difiere notablemente del científico, donde las aportaciones individuales al cuerpo compartido de conocimientos de ciencias están rigurosamente reguladas por mecanismos, supuestamente racionales, impuestos por la comunidad del ámbito.

- *Carácter del conocimiento construido*

Algunas de las características más relevantes del conocimiento cotidiano son:

- Se halla diluido en una diversidad de soportes y formatos externos al sujeto, y son las necesidades de la actividad común las que llevan a la convergencia existente.
- Grado de coherencia interna menor que el científico, ya que está orientado a ser un conocimiento funcional, pragmático y útil para las tareas cotidianas.
- El "hombre de la calle" afronta usualmente los problemas cotidianos con estrategias inductivas, por "ensayo y error" y estableciendo relaciones causales simples y lineales.

En cuanto al conocimiento científico, cabe destacar las siguientes características:

- El conocimiento científico se esfuerza por mantener un cuerpo consensuado, para lo cual se expresa mediante conceptos cuyos significados se intentan definir explícitamente con la mayor precisión posible.
- Grado de coherencia alto. Recoge un universo amplio de problemáticas sobre la realidad, sean cotidianas o no.
- La producción de conocimiento y el modo de abordar los problemas se hace usualmente mediante procedimientos hipotéticos deductivos.

Diferencia 1: entre conocimiento cotidiano y de ciencias		
Aspecto	Cotidiano	De ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?	Los formatos y soportes son variados (periódico, transmisión oral, TV, radio, internet, etc). El significativo verbal es lo más usual	Soportes semejantes al cotidiano, pero además, tiene otros específicos: artículos, actas de congresos y soportes informáticos diversos
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento	Diversos colectivos constituyen la comunidad cotidiana que más que productores, se espera que sean buenos consumidores de conocimiento. Es considerado problema el obstáculo que impide conseguir las metas. La solución basta que sea pragmática y útil	Existen mecanismo de convergencia que lleva a una formación bastante homogénea en la comunidad. Esfuerzo en producir conocimiento válido y eficaz sobre todo en el ámbito de producción de bienes. Se busca solución consensuada y útil a largo plazo a problemas varios
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento	Junto a experiencias personales y vicarias, la principal fuente de conocimiento son los significantes verbales. Las aportaciones individuales al conocimiento colectivo son muy variadas y su incidencia depende del formato e intensidad del medio de difusión	El acceso para propagar ideas en el ámbito cotidiano difiere mucho del científico. La aportación particular al cuerpo de conocimientos colectivo está regulada por mecanismos y reglas, supuestamente racionales, impuestos por la comunidad del ámbito. Existen otros factores
4 Carácter del conocimiento construido	<ul style="list-style-type: none"> Diluido en diversos soportes y formatos externos al sujeto Convergencia por necesidades de la actividad común Grado de coherencia interna menor que el científico Se afrontan los problemas con estrategias inductivas 	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzo por mantener un cuerpo consensuado. Significado de los conceptos precisos y compartidos Grado de coherencia alto. Amplio universo de problemáticas La producción de conocimiento y solución de problemas mediante procesos hipotéticos deductivos

Diferencia 2: entre conocimiento del científico y de ciencias		
Aspecto	Del científico	De ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?	Ubicado en la mente, está ligado a creencias, intereses, emociones, deseos, presiones, etc. Efectos psicológicos	Lo comparte la comunidad de ciencias en libros, artículos, actas de reuniones, etc. Efectos sociológicos. Menos factores irracionales
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento	El cuerpo de conocimientos de ciencias. Otros dos grupos de factores marcan dicho contexto ("de descubrimiento"): <ul style="list-style-type: none"> Uno externo: intereses de los medios de producción de bienes Otro interno: intereses y motivaciones personales 	Lo marca la comunidad del ámbito, pero también las metas valores que rigen su producción, a saber, un conocimiento válido y eficaz a largo plazo, principalmente para su uso en ámbitos de producción de bienes. No es usual producir conocimiento por la pura curiosidad de conocer
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento	Su producción está en sintonía con su formación desde el cuerpo de conocimientos de ciencias. El contexto de recursos humanos y materiales y el esfuerzo personal también son determinantes. Otros factores menos racionales lo desviarán de la recta racional.	La subjetividad de la aportación individual es superada por varios mecanismos reguladores, unos internos (lenguaje consensuado) y otros externos (comunidad y medios de producción). La construcción de las ciencias es eminentemente colectiva (contexto de justificación)
4 Carácter del conocimiento construido	Su formación le guiará por el camino recto de la racionalidad, pero su actuación será más tortuosa por la dinámica propia de toda investigación y por otros factores menos racionales ligados a creencias, motivaciones e intereses	Sin poder trascender de normas, creencias, valores e intereses, es el más racional y coherente en el contexto donde está comprometido. El rigor para regular su producción y los eficaces métodos de evaluación, junto al talante organizado y tenaz sus seguidores, marcan la diferencia

5. DIFERENCIA TIPO 2 ENTRE EL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y DEL EXPERTO QUE PARTICIPA EN SU CONSTRUCCIÓN.

El objetivo último de mostrar los aspectos y caracteres que son diferentes entre el conocimiento de ciencias y del científico, se va a cubrir en dos tramos. En *el primero (A)* se recogen argumentos a favor de esta distinción; a la vez, se dejará entrever las relaciones que existen entre ambos conocimientos y las direcciones en las que apuntan sus diferencias. En *el segundo (B)* se analizan los aspectos o caracteres que diferencian ambos conocimientos.

A. El conocimiento de ciencias y el del científico, aunque están relacionados, son diferentes.

Sobre esto precisaba Holton (1972) que el avance de la ciencia se realiza de dos modos: "*uno de ellos, el que llamaremos ciencia privada o ciencia-en-formación S1, comprende los elementos especulativos y creativos, el continuo flujo de las contribuciones individuales, realizadas de un modo peculiar propio, sin un examen consciente de sus métodos, con sus propias motivaciones y desinteresadas, a la vez, de los grandes problemas filosóficos de la ciencia. Por el contrario, la ciencia publica, ciencia-como-institución S2 es una síntesis en continuo crecimiento de las contribuciones individuales que han demostrado su utilidad y significado de generación en generación de científicos. Las tablas de constantes físicas y químicas, las ecuaciones fundamentales de los tratados y libros de texto, forman el núcleo del residuo S2, destilado de las conquistas triunfales individuales S1, comprobadas una y otra vez por el múltiple testimonio de la experiencia general*" (Holton, 1972, p. 279).

La anterior distinción entre conocimiento del científico y científico es usada con éxito por Holton (1982, pp. 204-293) para mostrar que el supuesto papel que juega el experimento de Michelson en la formulación original que Einstein hizo de la teoría de la relatividad,

admitido por la mayoría de los libros de historia de las ciencias (S2), no es del todo correcto, y en ocasiones se contrapone a los contenidos de los documentos personales (S1).

Respecto a las aportaciones individuales (S1), habría que añadir que la comunidad científica de un determinado ámbito suele estar constituida, más que por individuos, por grupos de investigadores alineados usualmente a una determinada perspectiva o posición. De este modo, las aportaciones individuales (S1) estarían sometidas a una primera regulación o revisión llevada a cabo en el seno del grupo de investigación.

En la misma línea de Holton, Toulmin (1972) admite, para el crecimiento de la ciencia, mecanismos análogos a los que rigen la evolución de las especies. Así supone la existencia de un proceso continuo que da constantes oportunidades a las variaciones individuales (en el caso de la ciencia, a la actuación libre y creativa de la mente del científico), en donde no habría planes preconcebidos por parte de la comunidad sobre cómo evolucionará la ciencia. Lo único que existe es una multiplicidad de esfuerzos a través de las aportaciones individuales sobre las que actúa un proceso de selección que hace que sólo parte de éstas se incorporen al flujo continuo de la ciencia. El entramado de factores sociales y económicos, por un lado, y las regulaciones, normas y creencias de la comunidad científica, por otro, representa el "medio" o condicionantes externos que mediatizarían los procesos de selección e incorporación de las aportaciones individuales.

El desarrollo de la ciencia se produce de forma análoga a la construcción de una catedral que resulta del trabajo conjunto de muchos individuos: unos diseñan el proyecto, otros los cálculos para que los pilares soporten el peso, otros dirigen la obra, otros levantan muros, otros dan formas a las piedras, etc. Detrás de esta analogía existe una visión objetivista de la ciencia que *"da prioridad, en su análisis del conocimiento, a las características del conocimiento con que se enfrentan los individuos, con independencia de sus actitudes, creencias u otros estados subjetivos de éstos; en términos generales, el conocimiento es tratado como algo que está fuera, y no dentro, de las mentes de los individuos ..., un fuerte tanto a favor de la postura objetivista es que las teorías científicas pueden tener, y a menudo tienen, consecuencias no deseables por los proponentes originales de la teoría, de las cuales éstos eran inconscientes"* (Chalmers, 1984, pp. 162-164). En este sentido, tradicionalmente ha existido una importante tendencia en señalar que la Epistemología de la Ciencia versa sobre el conocimiento científico en el sentido objetivo de un conocimiento sin sujeto cognoscente (Lakatos, 1974).

En esta línea, García (Piaget y García, 1982) señala que para defenderse de las acusaciones de los falsacionistas, el neopositivismo introdujo una distinción radical entre "contexto del descubrimiento" y "contexto de la justificación". El primero, referido al proceso por el que los científicos descubren nuevos hechos y proponen nuevos conceptos y teorías, cae en el ámbito de la historia y la psicología, por lo que se resiste a un análisis lógico (también Chalmers, 1984). El segundo, centrado en la validación de las teorías "reconstruidas racionalmente", es estudiado por la filosofía de la ciencia. Se puede ver cierto paralelismo entre las nociones "contexto de descubrimiento y de justificación" y los conocimientos que se comparan en este apartado: el del científico y el de ciencias respectivamente.

Nuevos argumentos han ido dando significados más ricos a las nociones de "contexto de descubrimiento y el de justificación" y, a la vez, lo han ido sacando de su contexto inicial. Así por ejemplo, se hace notar que desde la epistemología de la ciencia se da una visión relativista de la ciencia, mientras que en el contexto de descubrimiento, aún admitiendo el carácter eventual de las teorías, el científico es realista cuando las aplica en su trabajo diario como si fueran verdaderas (Harding y Hare, 2000).

Actualmente, en el contexto de la enseñanza de la ciencia escolar, se reclama fundamentar ésta más en características de la actividad del científico (contexto de descubrimiento) que en las mecánicas epistemológicas que dan cuenta del progreso de ciencias (contexto de justificación) (por ejemplo, Carey y Spelke, 1994; Harding y Hare, 2000; Driver, Newton y Osborne, 2000; Izquierdo, 2000).

También desde la lingüística se señala que, para conocimientos compartidos como es el de ciencias, donde se requiere un amplio consenso sobre el significado de los conceptos, tiene lugar un notable esfuerzo entre los miembros de la comunidad por disminuir el margen de tolerancia y aumentar la precisión del significado de éstos. Este proceso lleva a conformar *conceptos ideales*, que son una construcción secundaria y artificial respecto a los conceptos naturales del sujeto. No se puede reducir el significado que el sujeto tiene de un concepto a su definición mediante significantes (Marina, 1998; también Piaget, 1977a).

En pocas palabras, el esfuerzo por analizar con más detalle las diferencias entre el conocimiento de ciencias y el científico se revela en la actualidad bastante pertinente y puede aportar importantes claves de análisis de los fundamentos que sostienen la enseñanza de las ciencias.

B. Diferencias entre el conocimiento de ciencias y el del científico.

Entre ambos conocimientos existe una importante interrelación, en efecto, la ciencia crece y se sostiene por la actividad y aportaciones de los científicos, a la vez que éstos adquieren su capacidad para hacer aportaciones gracias al conocimiento registrado de ciencia. Pero también estos conocimientos presentan notables diferencias. Son éstas las que van a ser objeto de atención a fin de caracterizarlas a continuación:

- *Soporte físico*

El del científico está ubicado en su mente y, por tanto, está fuertemente ligado a sus creencias, intereses, deseos, emociones, etc. ("efectos psicológicos"); mientras que el conocimiento de ciencias, externo al sujeto, para ser compartido por una comunidad de científicos debe quedar registrado explícitamente en libros, artículos, actas de reuniones, etc. Unas de las actividades de esta comunidad será la gestión y regulación del conocimiento de ciencias ("efectos sociológicos"). En este caso la incidencia de los factores personales no racionales es menor. Otras actividades se relacionan con el uso y aplicación de este conocimiento para cubrir determinados fines o intereses (Chalmers, 1984). La versión escrita del conocimiento de ciencias no tendría en sí mismo un valor cognitivo

concreto. Para unos individuos no significará gran cosa, para otros puede significar una cualificación profesional o el fundamento para desarrollar tecnología que mejore la calidad de vida en igualdad o acentúe el dominio de unos sobre otros.

Además, es usual que el conocimiento de ciencias se especialice sólo en una porción del segundo, el cual está tan disperso (en su sentido más físico) que habría que desmitificar la idea de "cuerpo coherente de conocimientos". Quizá sería mejor afirmar "el cuerpo más coherente de conocimientos relativo a la comunidad de personas (científicos) que lo profesa".

- *Contexto donde se construye el conocimiento*

Por un lado, es el propio cuerpo de conocimientos de ciencias el contexto a partir del cuál *el científico construye su conocimiento*, pero al menos otros dos grupos de factores terminan por configurar dicho contexto: uno externo a él, referido a las necesidades e intereses de los medios de producción de bienes para disponer de un personal cualificado; y otro interno, ligado al conjunto de intereses y motivaciones personales. Éste sería el entorno que ha venido denominado "contexto de descubrimiento", ahí donde confluyen aspectos racionales y afectivos del sujeto, así como todo tipo de intereses.

Por otro lado, el contexto del *conocimiento de ciencias* está marcado por la comunidad que se forma alrededor de este ámbito (Kuhn, 1981), pero sobre todo por la finalidad y valores que rigen su producción (Reif y Larkin, 1991), a saber, un conocimiento válido y eficaz a largo plazo, principalmente para su uso en ámbitos de producción de bienes (también Chalmers, 1984). Esto no descarta producir conocimiento por la pura curiosidad de conocer profundamente nuevos fenómenos, aunque lo usual es que esto se dé como "efecto colateral" de lo anterior.

- *Modos de adquisición y construcción cognitiva*

La producción del científico está en sintonía con su formación científica desde el cuerpo de conocimientos actuales. El proceso de formación se inicia en contextos académicos para continuar en el ámbito profesional, donde es determinante el contexto de recursos humanos y materiales, así como el esfuerzo personal. El científico no podrá evitar que sus creencias, intereses, problemas profesionales o personales, afiliaciones a grupos o ideas, conocimiento implícito y demás factores, no siempre "tan científicos", influyan tanto en su formación como, consecuentemente, en su producción. Por tanto, la actividad y producción del científico, desarrollada en un contexto de descubrimiento, no es objeto de estudio de la filosofía de la ciencia (por ejemplo, Chalmers, 1984; Izquierdo, 2000).

Se podría pensar que si el conocimiento de ciencias se nutre de las aportaciones individuales, éste hereda la subjetividad del científico. Eso en parte es cierto, pero se dan varios mecanismos reguladores que hacen que el producto individual que termina incorporándose al "cuerpo de conocimientos" sea más elaborado, depurado, aséptico, racional y coherente que el del científico. En efecto, por un lado, el científico se ve obligado a publicar sus aportaciones en su versión más racional y en el lenguaje consensuado de su

comunidad; y, por otro, las aportaciones están, con un rigor supuestamente racional, reguladas por una comunidad de científicos amplia.

Así pues, el conocimiento de ciencias no es sólo la versión escrita del pensamiento del científico. Con el paso del tiempo, otros mecanismos de selección (Toulmin, 1972), de cambios de paradigmas (Kuhn, 1981) o programas de investigación (Lakatos, 1983), etc., intervienen para borrar, decantar, enfatizar, ampliar, regular empíricamente o formalizar la producción individual, sin descartar otras valoraciones externas asociadas a la utilidad del conocimiento producido (Chalmers, 1984). En definitiva, el proceso de construcción del conocimiento de ciencias es eminentemente colectivo y es éste, desarrollado en un contexto de justificación, el que es objeto de estudio de la filosofía de las ciencias.

- *Carácter del conocimiento construido*

La actuación del científico está en buena parte marcada por su formación conceptual (cúmulo de conocimientos específicos adquiridos en ámbitos académicos y laborales) y procedimental (técnicas, uso de instrumentos, aplicación de procedimientos formales para abordar problemas, control de variables, formulación de hipótesis, etc.). Ahora bien, tal formación intentará guiarlo por el camino más recto de la racionalidad y la coherencia. Sin embargo, éste terminará haciéndose más tortuoso y sinuoso por la dinámica propia de toda investigación, pero también, por la intervención de factores menos racionales de su mente ligados a creencias, motivaciones e intereses. Tales factores, en parte implícitos, van a intervenir junto a los racionales en el quehacer y producción del científico.

Al ser compartido, el conocimiento de ciencias, sin poder trascender nunca a las normas, creencias, planteamientos metafísicos, valores e intereses internos y externos (con frecuencia, fuertemente marcados por factores económicos), o a la comunidad que lo profesa, posee, al menos en el contexto social y económico donde está comprometido (Berkson, 1981; Kuhn, 1981), una racionalidad y coherencia superior a cualquier otro modo de conocimiento, debido a la rigurosa y reiterada mecánica que regula su producción y la constante revisión de conocimientos que le lleva a formalizaciones cada vez más coherentes. Y es que la producción de conocimiento de ciencias es importante, pero su evaluación lo es aún más, así como el diseño de mecanismos eficientes para llevarla a cabo. Lo anterior, junto al talante organizado, tenaz y perseverante de sus seguidores para regular la producción, marca la diferencia con otros tipos de conocimientos.

En la siguiente diferencia se aborda el problema de los cambios cognitivos que se dan en un alumno-novato para llegar a ser un experto capaz de producir conocimiento de ciencias. Por esta razón, lo que sigue complementa, desde una perspectiva psicológica, la caracterización del conocimiento del científico.

6. DIFERENCIA TIPO 3 ENTRE EL CONOCIMIENTO DEL ALUMNO Y EL DEL CIENTÍFICO.

Ambos conocimientos comparten el mismo soporte físico, la mente humana, es decir, se ubican dentro del sujeto. Si bien las diferencias entre ambos son evidentes y la caracterización de éstas es de gran importancia para la enseñanza de las ciencias, dado que para una buena adquisición de los conocimientos declarativos científicos se requiere también de adquisiciones actitudinales y procedimentales que suelen darse en la actividad normal del científico (por ejemplo, Monk, 1990; Roth, 1990; Lawson y otros, 1991; Shayer y Adey, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1998). Por tanto, conocer los procesos cognitivos por los que el conocimiento del alumno se desarrolla hasta que llega a tener las características del conocimiento científico tiene claras implicaciones para la enseñanza de las ciencias.

Quizá porque la diferencia entre alumno y científico es una diferencia entre sujetos, no es casualidad que los datos bibliográficos que hablan de este tipo de diferencia se deban a autores que han realizado importantes aportaciones a la enseñanza de las ciencias desde la psicología cognitiva (ver por ejemplo, Schnotz y otros, 1999).

Dada la diversidad de aportaciones para marcar la diferencia alumno-novato y experto-de-ciencias, abordaremos ésta en cuatro pasos complementarios:

- A. En una primera aproximación, se describe a grandes rasgos la evolución del conocimiento cotidiano y académico en la mente del alumno y del científico.
- B. En un segundo paso, se presentan los dos enfoques que tradicionalmente han marcado diferencias entre conocimientos del sujeto más o menos desarrollados.
- C. En el tercer paso se expone la tendencia actual que consiste en analizar los supuestos cambios en la estructura cognitiva del novato para llegar a convertirse en experto.
- D. Finalmente, se hace un esfuerzo para sintetizar las diferencias más importantes encontradas entre el alumno-novato y el experto-de-ciencias.

A. Evolución del conocimiento cotidiano y académico en la mente del alumno y del científico

Para establecer las diferencias *tipo 3*, será necesario comenzar distinguiendo dos tipos de conocimientos que se encuentran tanto en el alumno como en el científico, pero asimilados en proporciones y modos diferentes: el *conocimiento cotidiano* y el *conocimiento académico*. A la postre, será este último y no el primero el que, en escenarios de formación apropiados, aporte los contenidos y herramientas cognitivas necesarias para transformar al alumno-novato en experto-de-ciencias. El desarrollo que experimentan los conocimientos cotidiano y académico en la mente del sujeto, desde sus primeros años de escolaridad hasta que es adulto va a ser bastante desigual.

El niño trae a la escuela un conocimiento adquirido en escenarios cotidianos rico en significados y con una componente procedimental fuerte que le imprime una gran flexibilidad para aplicarlo a la diversidad de problemas cotidianos, ante los que se manifiesta eficaz, pragmático y útil (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Este mismo conocimiento, es también torpe y limitado en el entorno académico, ante el cual se

manifiesta como local, egocéntrico y global (MEC, 1989). Por el contrario, el conocimiento académico que adquiere el alumno en el entorno escolar, más pobre en significados y con poca flexibilidad para poder ser transferido, alcanza sus mejores logros en el artificial contexto académico. Tampoco habría que desdeñar su utilidad en entornos cotidianos, ya que el nuevo léxico adquirido por el alumno le abre nuevas vías de comunicación y entendimiento, incluso, le aporta cierta formación procedimental (pensamiento matemático, habilidades lectoras, estructuración categorial), abundantes adquisiciones declarativas más memorísticas que significativas (Ausubel y otros, 1986; De Posada, 1996) y, ocasionalmente, algunas habilidades procedimentales científicas (Shayer y Adey, 1984; Marín 1986; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En cuanto la evolución de los conocimientos cotidiano y académico del alumno, ésta va a ser distinta según sea su actividad como adulto, así:

- Si su profesión no se ubica en el ámbito científico, en general, buena parte del conocimiento escolar, precariamente aprehendido, terminará extinguiéndose. Por el contrario, el cotidiano continúa un desarrollo peculiar basado más en procesos de enriquecimiento de significados que en cambios profundos de estructuras procedimentales. Eventualmente puede desarrollar un conocimiento específico ligado al ámbito profesional, muy rico en significados y con características procedimentales semejantes a las científicas (Carey, 1991; Pozo y Gómez Crespo, 1998).
- Si su actividad se desarrolla como miembro de un colectivo que profesa y hace aportaciones a una determinada área de conocimiento de ciencias, entonces, como se ha descrito ampliamente en §5, su actuación en este ámbito, y eventualmente su producción, estará determinada por su formación disciplinar y las regulaciones propias de la comunidad a la que pertenece, sin poder evitar también ciertas interferencias de aspectos afectivos y cognitivos de su conocimiento cotidiano (por ejemplo, Holton, 1982; Giere, 1999).

B. Tradicionalmente han existido dos enfoques distintos para marcar diferencias entre conocimientos del sujeto más o menos desarrollados

Cabe destacar, por su relevancia y repercusión, dos enfoques acaecidos de forma sucesiva en el tiempo, los cuales se han ocupado de marcar diferencias entre el conocimiento del alumno y el del científico, o dicho en términos más amplios, entre conocimientos más o menos desarrollados. Ahora bien, tales diferencias se han llevado a cabo desde planteamientos iniciales, metodologías y caracterizaciones bien diferentes.

B1. El enfoque genético piagetiano centra su atención más en el desarrollo del conocimiento espontáneo que en el académico, más en la componente procedimental y estructural del pensamiento que en las eventuales adquisiciones declarativas del conocimiento académico, y más en responder a la cuestión básica de "cómo un conocimiento más pobre da paso a otro más rico en comprensión y extensión" (Piaget, 1977a) que en conocer lo que

resta al conocimiento del alumno para llegar al científico.

En pocas palabras, la evolución cognitiva, desde el nacimiento a la adolescencia, se puede caracterizar mediante una secuencia de niveles que son iguales para todos los individuos (ver, por ejemplo, Richmond, 1980). En el primero de ellos, el nivel sensomotriz, el sujeto desarrolla una estructura conformada por esquemas de acción que le infiere cierta capacidad de búsqueda, manipulación y coordinación de los objetos que le rodea. Su centramiento en el presente inmediato sólo puede salvarlo con el desarrollo de un pensamiento simbólico y representativo que se inicia sobre los dos años, dando paso al siguiente nivel: el preoperacional. Éste, a su vez, también resulta limitado por la ausencia de procesos reversibles en un pensamiento excesivamente egocéntrico y sincrético. En un nuevo nivel, el de las operaciones concretas, las limitaciones anteriores son superadas, pero también tiene las suyas propias. Primero, porque dichas operaciones dependen del dominio concreto sobre el que se aplican y, segundo, porque el orden que pueden crear los sujetos de este nivel sobre los datos empíricos no va más allá del que podrían realizar mediante una reorganización física (Piaget, 1977b). Estos niveles quedan aún lejos del pensamiento hipotético deductivo con que el científico suele abordar sus problemas, el cual, según Piaget, se logra en el nivel siguiente al concreto: el de las operaciones formales.

Algo importante a resaltar en esta breve historia de progreso cognitivo es el peculiar estilo piagetiano de *describir el desarrollo cognitivo de abajo arriba*, de modo que, los elementos transformadores causantes de la metamorfosis de una estructura a otra superior con mayores posibilidades, se toman de los datos ontogenéticos a través de las entrevistas piagetianas con los niños. Así, cada nivel se caracteriza por los logros y capacidades adicionales respecto al anterior y sus limitaciones respecto al posterior, sin la *necesidad de comparar constantemente el conocimiento del sujeto con un conocimiento superior como es el científico* tan característico de los otros planteamientos que históricamente sucedieron como alternativa al enfoque piagetiano.

Ahora bien, el "estilo piagetiano de abajo arriba" parece romperse cuando caracteriza el nivel de operaciones formales usando los procedimientos hipotético-deductivos característicos de la metodología de ciencias, junto a otros esquemas operatorios mejor definidos psicológicamente (ver Inhelder y Piaget, 1972). Cuesta imaginar la causa del confiado optimismo de Piaget que le llevó a afirmar (también, finalmente, a rectificar) que se comienzan a entrever, en sujetos de 11 años, operaciones mentales semejantes a las que usa el científico, y que éstas acaban por generalizarse para los diferentes dominios específicos a los 14 años, de forma que en los diversos esquemas operatorios formales subyace una misma estructura de conjunto (Inhelder y Piaget, 1972). Sus críticos no perdonaron tan desafortunadas opiniones (por ejemplo, Vuyk, 1985; Pozo, 1989; Marín, 1994).

En efecto, una de las críticas más recurrentes a Piaget es que el desarrollo cognitivo está asociado a cambios de dominio específico, de modo que éstos se centran más en el

contenido de las representaciones mentales que en el formato de éstas (Carey, 1985). Así, un sujeto puede tener desarrolladas sus operaciones formales en algunos dominios específicos y actuar en los demás en el nivel de operaciones concretas, e incluso en el preoperacional. Desde esta nueva perspectiva se va a desarrollar el siguiente enfoque.

B2. El enfoque de expertos y novatos, en el que subyace con frecuencia la metáfora del "*ser humano como científico*" (Pozo, 1989), al contrario que el enfoque piagetiano, sostiene la idea básica de que entre novatos y expertos en un dominio concreto existirían diferencias de carácter específico más que de carácter estructural (Pozo, 1999b; también Rodrigo y otros, 1993).

Así pues, la caracterización piagetiana para diferenciar múltiples niveles de conocimiento en el desarrollo evolutivo del individuo declina a favor de otra donde las diferencias se establecen entre dos niveles (el del "experto" y el del "novato"), unos de los cuales tiene como referente un conocimiento "correcto" como es el de ciencias. Por esto, el contexto específico que elige este enfoque para hacer comparaciones es usualmente el académico.

En los estudios sobre expertos y novatos lo usual es comparar entre muestras de distintos niveles educativos, incluyendo a veces muestras de docentes representando el papel de expertos, las cuales son enfrentadas a relaciones de problemas o tareas, generalmente de física (Pozo, 1987; Pozo, 1989). Inicialmente, los resultados más relevantes de este enfoque pusieron de manifiesto que:

- Las diferencias se refieren más a aspectos específicos del conocimiento que a las capacidades generales de procesamiento.
- Las diferencias relativas al conocimiento específico son tanto cualitativas como cuantitativas, además de tener más conocimientos sobre el tema, los conceptos de los expertos están estructurados de un modo jerarquizado.
- Los esquemas de conocimiento de los expertos tienen mayor contenido procedimental, es decir, contienen sistemas de aplicación del conocimiento y evaluación de éste de los que carecen los novatos.
- Las habilidades procedimentales están circunscritas a un área específica de conocimiento, de forma que se es experto o no con respecto a un dominio específico.
- El conocimiento específico del novato presenta limitaciones que no se perciben en los expertos, al menos en los dominios donde se comportan como tales (Marín y otros, 2000): a) está mediatizado por lo perceptivo, b) subyace un razonamiento lineal en las relaciones causales tanto espaciales como temporales (semejanza y contigüidad entre causa y efecto, covariación no causal, etc.), c) en la interacción de sistemas se enfatiza una dirección preferente, por lo general la más visible, d) si no hay un efecto perceptible no se requiere dar explicaciones ni buscar causas, es decir, se tiende a explicar los cambios no los estados y e) buena parte de este conocimiento

es implícito.

Según esto, el prototipo de alumno novato adolescente, en el marco piagetiano, no pasaría del nivel de operaciones concretas y sus concepciones de ciencias presentarían las características anteriormente señaladas.

Sin embargo, la metodología excesivamente descriptiva con que se llevaron a cabo la mayoría de los estudios de expertos y novatos (Pozo, 1989; Vosniadou, 1999), obliga a denunciar el carácter limitado de sus resultados, ya que éstos:

- dependen de las muestras elegidas para representar el papel de "novatos" o "expertos",
- con problemas más complejos, el "experto" pasa a comportarse como un "novato",
- se refieren más a aspectos académicos de la cognición del alumno que a su componente espontánea adquirida en entornos cotidianos.

C. Cambios en la estructura cognoscitiva del novato para llegar a experto.

Actualmente, se admite la necesidad de reestructuraciones fuertes en la estructura cognitiva del novato para acceder a un pensamiento experto (por ejemplo, Pozo, 1989; Chi y otros, 1994; di Sessa y Sherin, 1998; Rodrigo y Correa, 1999; Pozo, 1999a). Los pequeños y graduales cambios en la organización conceptual (reestructuración débil) son necesarios para terminar provocando reestructuraciones fuertes a largo plazo que, a su vez, facilitarán nuevas discriminaciones y generalizaciones (Pozo, 1989; Vosniadou e Ioannides, 1998). Así pues, se perciben varios puntos de consenso respecto a las posibilidades para desarrollar el conocimiento del alumno hasta uno similar al del científico:

- De un conocimiento a otro no se llega por simple acumulación de saberes (por ejemplo Pozo, 1999b).
- La distancia que separa un conocimiento del otro es importante, aún así, es posible andarla mediante procesos de aprendizaje y desarrollo largos y tortuosos (por ejemplo, Chi y otros, 1994; Carey y Spelke, 1994; di Sessa y Sherin, 1998; Pozo, 1999b).

En general, la tendencia actual consiste en determinar las posibilidades de desarrollo del novato y averiguar cuáles son los elementos cognitivos que cambian en el proceso que lleva a un novato a convertirse en experto y, consecuentemente, el esfuerzo se centra en caracterizar dichos elementos dentro de la estructura cognitiva del sujeto, así como las posibles mecánicas de cambio. Veamos algunos ejemplos representativos:

- Carey (1991), admite que la unidad de la organización cognitiva que actúa como "una representación mental estructurada" es el constructo "concepto", de modo que agrupaciones de conceptos se organizan en teorías. Sobre este supuesto describe la *reestructuración débil* por los procesos de generalización y diferenciación que sufren los conceptos, lo que puede llevar a la aparición de nuevos conceptos o a establecer nuevas relaciones entre ellos pero siempre conservando un núcleo de conceptos de la teoría donde

están insertos. Por el contrario, la teoría surgida por *reestructuración fuerte* supone cambios en el núcleo de la teoría y, por tanto, en el compromiso ontológico del sujeto, de modo que cambian los significados de los conceptos que la estructuran (Carey, 1991).

- Desde posiciones semejantes a Carey, Chi (Chi, 1992; Chi y otros, 1994) parte de la suposición de que las distintas entidades del mundo podrían verse perteneciendo a categorías ontológicas diferentes, las cuales están estructuradas jerárquicamente y organizadas a partir de tres categorías principales: materia, proceso y estados mentales. A partir de esta diferenciación se mantiene que "las *"misconcepciones"* sobre ciertos conceptos biológicos y físicos se deben a que están localizados en los estudiantes como categorías a las que no pertenecen" lo que explicaría la dificultad para aprender los conceptos científicos correspondientes para lo que habría que hacer una "recalificación" o cambio ontológico que Chi denomina "cambio radical" (reestructuración fuerte es el término usado por Carey), mientras que si el cambio implica una reorganización conceptual dentro de una categoría (cambio normal), el aprendizaje es más liviano.

- Vosniadou (1994; Vosniadou e Ioannides, 1998) sugiere diferentes procedimientos según el tipo de constructo a modificar en la estructura cognitiva jerarquizada del sujeto: en el nivel más alto se encuentran las teorías-marco constituidas por una serie de supuestos innatos, o principios de carácter ontológico y epistemológico. En un nivel inferior, se encuentran las teorías específicas o de dominio, que se refieren a las propiedades y comportamiento de los objetos físicos y, en el nivel más bajo, están los modelos mentales que son representaciones dinámicas y generativas que pueden ser manipuladas mentalmente para proporcionar explicaciones causales de fenómenos físicos y hacer predicciones sobre el mundo físico. Mayor grado de generalidad supone una mayor estabilidad cognitiva y, por tanto, una mayor resistencia al cambio, de modo que el cambio de una teoría-marco sería equiparable al cambio radical de Chi o a la reestructuración fuerte de Carey (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

D. Síntesis de las diferencias encontradas entre alumno-novato y experto-de-ciencias

Llega el momento de sintetizar las distintas aportaciones más consensuadas sobre las diferencias entre alumno-novato y científico-experto:

- *Soporte físico*

Tanto el conocimiento del alumno-novato como el del experto en ciencias se ubican en la mente del sujeto.

- *Contexto donde se construye el conocimiento*

El contenido y la dinámica de aprendizaje del escenario escolar difieren del cotidiano, lo cual genera conocimientos diferentes con un solapamiento entre ellos, que varía según el contexto social, cultural, académico y personal de cada alumno.

Después, aquellos alumnos que llegan a ser expertos inician su especialización en entornos

académicos y la finalizan, usualmente, en contextos profesionales. De este modo, podrán llegar a ser expertos en alguna rama del cuerpo de conocimientos de ciencias. En tal caso, el conocimiento académico adquirido se convierte en un elemento importante de sus vidas cotidianas.

- *Modos de adquisición y construcción cognitiva*

En el conocimiento del alumno, la reestructuración débil explicaría la mayoría de sus adquisiciones en contextos cotidianos y académicos. De este modo, es usual que se den grandes diferencias individuales en la adquisición de conocimientos. En el ámbito escolar y cotidiano, al no ser buscados los desequilibrios cognitivos, éstos se dan espaciados en el tiempo, por lo que pocos alumnos superan el nivel de operaciones concretas para que se pudiera desarrollar un pensamiento semejante al del científico.

Por el contrario, en el contexto del experto de ciencias, es frecuente el incremento de conocimientos específicos por reestructuración débil mediante, por ejemplo, una lectura continuada, congresos, reuniones, etc., así como a través de experimentos y observaciones de laboratorio. Además, los anteriores escenarios y fuentes de información suponen un proceso continuo de perturbación cognitiva que lleva al experto a continuos reequilibrios o reestructuraciones fuertes que le confieren una sólida formación.

- *Carácter del conocimiento construido*

El pensamiento del alumno novato es usualmente local, egocéntrico, sincrético y está ligado a lo concreto y a lo perceptivo. En él subyacen limitaciones para establecer relaciones causales de semejanza y contigüidad entre causa y efecto, covariación no causal, dirección preferente en interacciones no lineales, así como la tendencia a explicar los cambios y no los estados. Buena parte de su conocimiento es implícito. Mientras las nociones cotidianas son ricas en significados, no ocurre lo mismo con los conceptos académicos. El alumno no usa el pensamiento hipotético deductivo o lo hace esporádicamente, por el contrario, los procedimientos inductivos y los de ensayo y error son los más frecuentes para resolver problemas.

En el conocimiento del experto, los conceptos están estructurados coherentemente de un modo jerarquizado y con un mayor nivel de abstracción y explicitación que en la mente de los novatos. Por otro lado, este conocimiento posee un mayor contenido procedimental para su aplicación y evaluación. Se da un uso frecuente del pensamiento hipotético deductivo para afrontar los problemas. Esto hace que tales operaciones complejas ocupen poco espacio en su memoria a corto plazo y aumente progresivamente su capacidad para procesar información. Todo ello hace que los conceptos científicos del experto sean ricos en significados.

A pesar de todo, al experto nunca le faltaran dominios específicos o nuevos problemas donde poder manifestarse como novato.

Diferencia 3: entre alumno-novato y experto de ciencias		
Aspecto	Alumno-novato	Experto en ciencias
1 Soporte ¿externo o interno?	El conocimiento del alumno-novato, cotidiano y ámbito escolar, se ubica en su mente	El conocimiento del experto en ciencias, tomado principalmente del entorno académico y profesional, se ubica en su mente
2 Contexto donde se desarrolla el conocimiento	El contenido y modo de aprender en el escenario escolar difiere del cotidiano. El alumno construye diferentes conocimientos, más o menos solapados, según el tipo de escenario social, cultural, académico y personal que le envuelva	La formación experta se inicia en entornos académicos y prosigue en contextos profesionales. Se llega a ser experto en alguna rama del cuerpo de ciencias. Lo académico y lo científico se convierte en algo importante del entorno cotidiano
3 Modos de adquirir y construir el conocimiento	La reestructuración débil explica la mayoría de adquisiciones. Es usual que se den grandes diferencias individuales en la adquisición de conocimientos. Los desequilibrios no se buscan, dándose muy espaciados. Pocos alumnos superan el nivel concreto	La lectura frecuente, congresos, experimentación, etc., conlleva un incremento de conocimientos específicos por reestructuración débil y, además, perturbaciones cognitivas que suponen frecuentes reestructuraciones fuertes. Esto explica el paso de novato a experto
4 Carácter del conocimiento construido	Local, egocéntrico, sincrético y ligado a lo concreto y a lo perceptivo. Limitaciones causales (dirección preferente, tendencia a explicar cambios y no estados). Procesos inductivos. Parte cognitiva implícita. Adquisiciones cotidianas ricas en significados	Estructuración conceptual alta y coherente. Nivel de abstracción y explicitación mayor que el novato. También es mayor el contenido procedimental para su aplicación y evaluación. Pensamiento hipotético deductivo. Aún así, no le falta nunca problemas para los que es un novato

Diferencia 4: entre la Epistemología individual y de ciencias		
Aspecto	Individual	De ciencias
1 Tipos de epistemologías	Estudia cómo una estructura de conocimiento inferior se transforma en otra superior. Tal es el caso de la Epistemología Genética	Estudia el problema de la validez de una teoría o el modo de establecer criterios para analizar si una teoría es superior a otra
2 Los datos objeto de estudio son diferentes	Los datos de la epistemología individual son tomados de las manifestaciones cognitivas de individuos en muestras donde se varían distintos factores (edad, sexo, nivel cognitivo, económico, social, académico, etc.). Problemas metodológicos en la toma de datos	Los datos se toman del reguero de producción escrita que va dejando la comunidad que ha profesado y compartido el conocimiento de ciencias dominante de cada época en forma de teorías y experiencias. Problemas metodológicos en la reconstrucción de datos
3 Diferente descripción de la construcción del conocimiento	Describe cómo una estructura cognitiva inferior se transforma en otra superior hasta llegar a formas de conocimiento reconocibles como científicas. En este caso es importante analizar el grado de validez psicológica de los datos tomados	Describe y evalúa un conocimiento dado desde el conocimiento que se supone más desarrollado (el de ciencias). Este estilo se encuentra en los estudios de expertos y novatos, en el modo usual de perfilar las concepciones o en los estudios sobre cómo cambian las teorías científicas
4 El significado individual difiere del compartido	Dentro, los significados son guardados en distintos formatos (procedimental, conceptual, explícito, implícito, etc) y poseen distintas posibilidades de manifestarlos. Estos difieren de los compartidos que están abocados a expresarlo con otros conceptos	Fuera, la usual moneda de intercambio intersubjetivo de conocimiento es el concepto, cuyo significado lo toma del entramado semántico en el que se inserta (conformado por otros conceptos y las correspondientes reglas gramaticales)

7. DIFERENCIA TIPO 4 ENTRE LA EPISTEMOLOGÍA INDIVIDUAL Y LA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS.

Nuevamente se encuentran dificultades para establecer esta diferencia ya que, por un lado, existen distintas posiciones en epistemología de la ciencia bien divergentes entre sí y, por otro, es necesario precisar qué entendemos por epistemología individual.

Tradicionalmente la epistemología ha estado asociada al conocimiento de ciencias (Sánchez Meca, 1996), y sólo recientemente se usa en otros contextos, así por ejemplo, se habla de una epistemología del hombre de la calle (Rodrigo y otros, 1993) o de una epistemología escolar (Izquierdo, 2000).

Dos citas textuales ilustran la dispersión de posturas en la epistemología de la ciencia:

- García (Piaget y García, 1982; p.241-243) argumenta críticamente sobre los distintos modos de hacer epistemología diciendo que "...todos están de acuerdo en que el análisis de la ciencia no puede reducirse a la justificación de las teorías, pero difieren entre sí acerca de cómo hay que introducir el proceso de descubrimiento. Las diferencias son patéticas. Para los empiristas lógicos habría una 'lógica de la justificación' pero no una 'lógica del descubrimiento'. Para Popper no hay lógica de la justificación; sólo hay lógica del descubrimiento. Para Hanson hay una lógica del descubrimiento y una lógica de la justificación, pero son distintas. Para Feyerabend no hay ni lógica de la justificación, ni lógica del descubrimiento los problemas [epistemológicos] a nuestro juicio están mal planteados [éstos consistirían] en establecer en qué consiste el pasaje de una teoría T de nivel inferior a otra T' de nivel superior, que es un problema distinto del que formula Lakatos acerca de cómo se puede establecer que T' es superior a T'' .

- En este mismo sentido Sánchez Meca (1996; p.163-164) afirma que "la epistemología actualmente se ha centrado en la dinámica de las teorías, el proceso de crecimiento del conocimiento

científico y en los principios de verificación establecidos para validar teorías ... [esto] ha dado origen a derivaciones tan diversas de teorías epistemológicas como las representadas por Popper, Bachelard, Piaget, Hanson, Toulmin, Lakatos, Kuhn, Feyerabend ...".

De las anteriores citas se destacan dos cuestiones que ayudarán a abordar de un modo más adecuado las diferencias entre epistemología de ciencias e individual:

- El desarrollo una teoría epistemológica es un asunto complejo y explica las divergencias entre los distintos autores. Sería más adecuado hablar de la existencia de diferentes teorías o enfoques epistemológicos. Esta dispersión impedirá establecer diferencias en detalle.
- Existe "una forma de hacer epistemología" dominante que aborda el problema de la validez de una teoría o, de un modo más actualizado, el problema de establecer criterios (usualmente metodológicos) para analizar si una teoría es superior a otra. Pero también existiría otra forma de hacer epistemología estudiando cómo una estructura de conocimiento inferior se transforma para dar paso a otra superior, como sería el caso de la epistemología genética (Piaget, 1977a,b; Piaget y García, 1982), en un proceso que iría desde las formas más primitivas de conocimiento hasta otras "superiores" como son las de ciencia.

Sería pertinente hablar de una *epistemología individual* (centrada en el conocimiento del sujeto) cuando se abordan "estructuras de conocimiento inferiores". Se hablaría entonces de una *epistemología de la ciencia* cuando el objeto de estudio son las propias teorías de ciencias, la validación de éstas y la dinámica subyacente por la que unas teorías son sustituidas por otras (también en este sentido, Rodrigo y otros, 1993).

Sirvan las anteriores anotaciones de marco para establecer tres importantes diferencias entre la epistemología individual y la científica:

- La primera, quizá la más evidente, se centra en lo que es el *objeto de estudio* de cada epistemología.
- La segunda señala que la epistemología de la ciencia sigue una dirección "arriba-abajo" mientras que para la epistemología individual es más conveniente tomar la dirección "abajo-arriba".
- La tercera focaliza su atención en las diferentes naturalezas de los significados en conocimientos individuales y colectivos.

A. La naturaleza de los datos que son objeto de estudio de la epistemología de la ciencia es bien diferente a la de la epistemología individual.

El *primer argumento* señala que la epistemología de la ciencia y la individual tienen en común el carácter cognitivo de su objeto de estudio. Pero ahí empiezan y acaban las coincidencias, pues tales objetos cognitivos tienen caracteres bien diferentes, en efecto:

- Los datos de la *epistemología de la ciencia* se toman del reguero de producción escrita que, en un *contexto de justificación*, va dejando la comunidad que ha profesado y compartido el

conocimiento de ciencias dominante de cada época en forma de teorías y experiencias.

- Los datos de la *epistemología individual* son tomados de las manifestaciones cognitivas individuales en muestras de diferentes rangos de edad.

Se ha tenido ocasión de apreciar notables diferencias en todos los niveles donde se han comparado conocimientos individuales y compartidos, por tanto, sus correspondientes epistemologías, como reconstrucciones racionales de conocimientos distintos no podrían ser iguales ni siquiera parecidas. De hecho si comparamos, por ejemplo, los modos de hacer epistemología de Piaget y Lakatos, salta a la vista que son dos entramados teóricos muy diferentes.

Existe una fractura física entre conocimiento interior y exterior al sujeto. Mientras que en la epistemología de la ciencia *"el conocimiento es tratado como algo que está fuera, y no dentro, de las mentes o cerebros de los individuos ..., se centra en las teorías explícitamente expresadas en proposiciones verbales o matemáticas"* (Chalmers, 1984, p. 162), el conocimiento que construye el individuo presenta connotaciones que lo diferencian de los conocimientos explícitos y formalmente establecidos por una comunidad.

Estas diferencias deben ser mayores si cabe, cuando se profundiza en los posibles sesgos y distorsiones que existen entre los datos que son objeto de estudio y la realidad que pretenden describir ambas epistemologías, así:

- El epistemólogo de la ciencia aborda el problema del progreso del conocimiento de ciencias. Para ello usa los datos que le aporta la historia de la ciencia, la cual, como reconstrucción racional de las teorías científicas ya justificadas, refleja con sesgos y distorsiones la historia cognitiva de los científicos (Holton, 1982).

- El investigador que hace epistemología individual toma sus datos de las diferentes manifestaciones del conocimiento del sujeto y no puede evitar que éstos estén "impregnados" de su propio conocimiento, dado que el proceso de toma de información supone necesariamente una interacción entre los sistemas cognitivos del investigador y del sujeto. Por tanto, la delimitación de conocimientos ajenos es, en gran medida, *un problema metodológico* (Marín, 1995).

B. Epistemología de abajo-arriba frente a epistemología de arriba-abajo.

El *segundo argumento* enfatiza la diferencia existente entre a) una "epistemología" que centra su interés en los mecanismos por los que una estructura cognitiva inferior se transforma en otra superior (*epistemología de abajo-arriba* al estilo de la propuesta piagetiana) hasta llegar a formas de conocimiento reconocibles como científicas, y b) una "epistemología" que toma desde el inicio, como referente principal, el conocimiento más desarrollado (el científico o el académico, según el tipo de estudio), y desde ahí evalúa conocimientos inferiores (*epistemología de arriba-abajo*). Este último modo de hacer epistemología se puede reconocer en los estudios de expertos y novatos (Pozo, 1989), en el

modo usual de perfilar las concepciones en ciencias de los alumnos (Marín, Solano y Jiménez Gómez, aceptado para su publicación), o en los estudios sobre cómo una teoría científica sustituye o desplaza a otra (Piaget y García, 1982).

Hacer "*epistemología de arriba a abajo*" presenta la "comodidad" de poseer como referencia un conocimiento explícito y lógicamente estructurado, como es el de ciencias. De modo que, cuando se estudian las concepciones que posee el alumno sobre la noción física de fuerza, sólo habrá que marcar la "distancia" que le falta al conocimiento del alumno para llegar al de ciencias, o caer en la cuenta de que el alumno posee concepciones erróneas respecto al conocimiento correcto (Marín y otros, 1997). El mismo problema desde una "*epistemología de abajo a arriba*", sin la referencia de un conocimiento superior, lleva a un planteamiento claramente diferente: sabiendo que la ontogénesis de la noción de fuerza se inicia en el periodo sensomotriz a través de todo tipo de esfuerzos que realiza el sujeto con los objetos, habría entonces que dirigir la atención en analizar los distintos niveles por los que el sujeto hace más objetivo y conceptual el esquema de acción vinculado inicialmente a la noción de esfuerzo (Piaget y otros, 1973).

Según lo anterior, parece plausible argumentar que el uso de una *epistemología de abajo a arriba* sería más adecuada para estudiar el conocimiento individual, pero a condición de ser exigentes en la toma de datos del sistema cognitivo del sujeto, tomando serias medidas de orden metodológico que permitan analizar el grado de *validez psicológica* de los datos tomados. Sin embargo, sería discutible delimitar o precisar un conocimiento "inferior" desde otro claramente "superior", como es el científico, dadas las diferencias entre ambos conocimientos. Esto, junto al carácter descriptivo y exploratorio de un buen número de trabajos sobre expertos y novatos, explicaría los débiles resultados obtenidos por estos últimos (Pozo, 1989; Vosniadou, 1999). Ahora bien, una *epistemología de arriba a abajo* pudiera ser más eficaz para marcar criterios lógicos y racionales que permitan dilucidar qué teoría científica, de entre las que entran en competencia, es la más plausible y fructífera.

C. Diferentes naturalezas de los significados en conocimientos individuales y colectivos.

El *tercer y último argumento* se refiere a los diferentes modos para construir significados dentro y fuera del sujeto.

- Dentro, los significados son guardados en distintos formatos y con distintas posibilidades para hacerlos explícitos (Piaget, 1984; Karmiloff-Smith, 1994).
- Fuera, la usual moneda de intercambio intersubjetivo de conocimiento es el *concepto*, cuyo significado lo toma del entramado semántico en el que se inserta, el cual está conformado por otros conceptos y las correspondientes reglas gramaticales.

Ahora bien, si lo único que puede "pasar" de un sujeto a otro es el significante del concepto (por ejemplo, Piaget, 1977a) ¿cómo comparten significados semejantes o, al menos, un núcleo importante del significado?. Esto es posible, además de por su uso en los distintos contextos de la actividad compartida, gracias al proceso denominado *asimilación recíproca*

donde la regulación social en el intercambio conceptual normalizan un núcleo del significado más que suficiente para la comunicación intersubjetiva. La ubicación física usual de los significados mancomunados se encuentra en las definiciones de diccionarios, enciclopedias y conocimientos formales escritos (Ciencias, Lingüística, Lógica matemática, etc.), donde sólo es posible trazar el significado de un concepto mediante otros significantes en combinación con adecuadas reglas gramaticales, aún así, *el significado del concepto, hecho explícito de este modo, queda lejos del significado individual* (Marina, 1998).

Por tanto, los conceptos usados por la ciencia suponen un proceso de construcción secundaria y artificial respecto a los de uso cotidiano, cuyo significado es construido por el sujeto a través de sus múltiples interacciones sociales y naturales. El amplio margen borroso de estos últimos se procura eliminar en los primeros (Bloom, 1992; Marina, 1998; di Sessa y Sherin, 1998).

En resumen, las tres argumentaciones anteriores señalan que la mecánica de progreso cognitivo que se describe desde la epistemología individual es diferente a la que se hace desde la epistemología de la ciencia. Por tanto, es discutible que las descripciones de progreso cognitivo propuestas en un plano sean validas en el otro. Sin embargo, en la literatura del ámbito abunda este tipo de trasvases, veamos algunos ejemplos:

a) *Descripciones de progreso cognitivo hechas en el plano de la epistemología de la ciencia se pasan al individual*

- El modelo de cambio conceptual se propone trasladando al plano de la epistemología individual algunas mecánicas de transformación de conocimiento propuestas en la epistemología de la ciencia (véase por ejemplo Posner y otros, 1982). Este tipo de trasvase es habitual en el dominio de la Didáctica de las Ciencias y, aunque hayan gozado de una gran popularidad, también han sido objeto de críticas variadas (por citar algunas de las más recientes, Vosniadou, 1999; Duit, 1999; Oliva, 1999; Marín, 1999).

- Carey (1991), si bien para caracterizar la reestructuración débil, usa procesos de diferenciación y generalización conceptual que, en cierta medida, son mecánicas validadas por la experimentación psicológica (Pozo, 1989; Vosniadou, 1994), para describir el mecanismo de reestructuración fuerte en la mente del sujeto usa mecánicas de cambio de teorías y conceptos propuestas desde la historia y filosofía de la ciencia.

- Algunos autores (por ejemplo, Wandersee, 1985; Sequeira y Leite, 1991; Steinberg y otros, 1990) han querido ver en el supuesto paralelismo entre ideas a lo largo de la historia de las ciencias y concepciones del alumno cierta legalidad para hacer transposiciones entre la epistemología individual y la científica, pero se ha visto en las 4 diferencias que hay buenas razones para ver la insuficiencia de este planteamiento. Además de las diferencias vistas entre conocimiento individual (experto y novato) y conocimiento de ciencias, se podría añadir que las coincidencias son puntuales (Saltier y Viennot, 1985) y que son muchos más los datos y hechos que no se alinean en este supuesto paralelismo (Apostel,

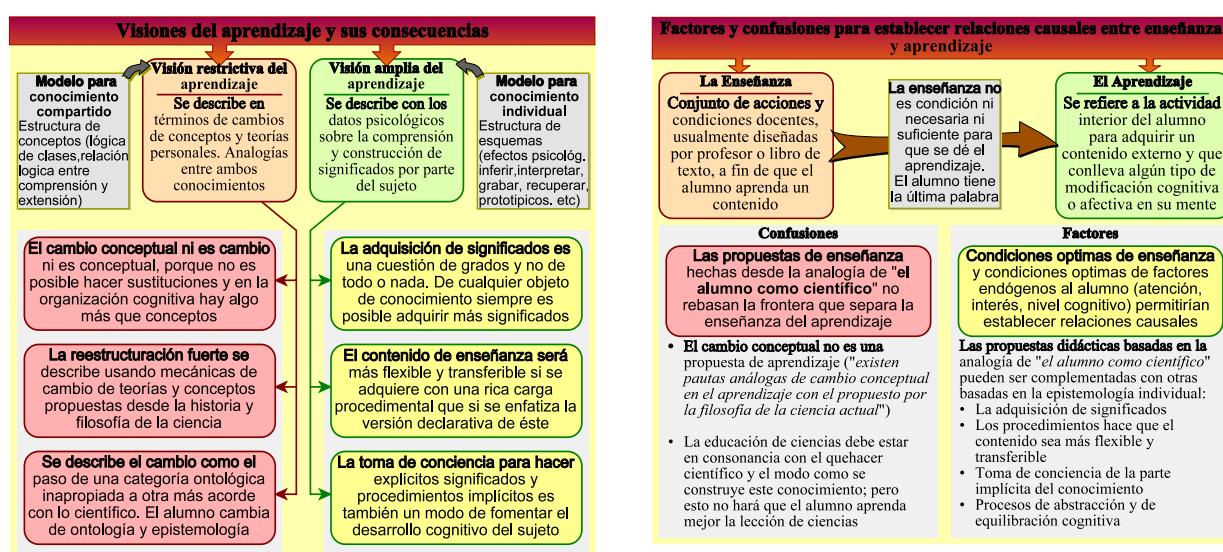
1986; Marín, 1996). Puesto que la epistemología supone reconstrucciones racionales de segundo orden desde datos tomados de la filogenia y ontogenia cognitiva, tampoco, de confirmarse este supuesto paralelismo, daría legalidad directa o inmediata a traspasos entre la epistemología individual y de la ciencia.

b) *Las descripciones y argumentos hechos para el conocimiento individual son usados en el plano del conocimiento de ciencias.*

- García (1986; Piaget y García, 1982) afirma que encuentra problemas de validación en las propuestas epistemológicas de Lakatos, Popper o Kuhn que podrían ser resueltos desde la epistemología genética piagetiana que sí contiene mecánicas de autovalidación. Creemos que es dudoso que se puedan aportar patrones de validación relacionados con el progreso de las teorías científicas, usando pautas del desarrollo cognitivo individual (por ejemplo, Piaget, 1978) que han sido establecidas desde los datos obtenidos en experiencias con niños y adolescentes.

- Para mostrar que el grado de racionalidad del conocimiento de ciencias es más "moderado" de lo que tradicionalmente se ha considerado, Giere (1992) utiliza argumentos donde se percibe una insuficiente diferenciación entre este conocimiento y el del científico. Así, asocia al conocimiento científico características de "racionalidad moderada", que son realmente propias del conocimiento del científico.

- Thagard (1992) toma las descripciones sobre las reestructuraciones débiles y fuertes, realizadas por Carey (1991) en el plano del conocimiento del sujeto, para describir diferentes cambios en la historia de la ciencia. A su vez, Pozo (1999c) retoma las ideas de Thagard para sugerir que "así sucede en la construcción del conocimiento científico a través de la historia y así debería suceder también en la construcción del conocimiento de ciencias por los alumnos en el aula".



8. REFLEXIONES CRÍTICAS SOBRE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS. PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN DEL DOMINIO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.

Aunque son variadas las posibilidades que aportan las diferencias establecidas entre tipos de conocimientos implicados en la enseñanza de las ciencias, en lo que resta, por razones de espacio, sólo se van a realizar unos breves apuntes sobre cuestiones críticas referentes a propuestas realizadas en el ámbito de la didáctica de las ciencias.

Las reflexiones se distribuyen en tres categorías, presentadas desde las más generales a las más particulares para dar apoyo a algunos argumentos con otros dados con anterioridad. Así pues, tomando las cuatro diferencias entre conocimientos como base argumental, las primeras reflexiones se derivan de las conclusiones obtenidas en el apartado anterior. Dichas conclusiones, junto a otras obtenidas en las diversas diferencias de conocimientos, serán de utilidad para abordar cuestiones críticas relacionadas con el aprendizaje de ciencias, para desde ahí abordar, de un modo más fundamentado, problemas ligados con la enseñanza de las ciencias. Finalmente, se realizarán algunas reflexiones relacionadas con la formación de educadores e investigadores en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias.

8a. *Reflexiones sobre propuestas de aprendizaje de las ciencias*

Vistas las distintas diferencias analizadas, se podría afirmar que un elemento clave que separa claramente las construcciones cognitivas individuales de las colectivas es la *adquisición y formación de significados*.

Una razón de peso que apoya la anterior afirmación es que para entender la construcción de significados de un conocimiento formal y externo al sujeto, tal como el científico, puede ser válido un modelo de organización cognitiva regida por una lógica de clases, donde se busca coherencia entre la extensión y comprensión de los conceptos. Las relaciones conceptuales constituyen un andamiaje semántico trabado mediante postulados, leyes y principios, de entre los cuales, los de carácter ontológico y epistemológico tendrían el grado de generalidad más elevado.

En la diferencia 4 se han dado varias razones que señalan que los constructos "*concepto*" y "*teoría*" son adecuados para describir conocimientos compartidos externos al sujeto, pero inapropiados como constructos mentales del individuo (también, Vosniadou, 1994; di Sessa y Sherin, 1998; Säljö, 1999). En este sentido, un buen número de investigaciones en psicología cognitiva han puesto de manifiesto que las categorías naturales que construye el individuo presentan efectos prototípicos y difusos que casan mal con la lógica de clases que rige el modelo de retículo conceptual, descrito con anterioridad (Pozo, 1989).

Para describir la organización cognitiva del sujeto sería más adecuado utilizar otras nociones o constructos que marquen diferencias con la noción de "*concepto*". Por ejemplo, el constructo "*esquema*" presenta un claro vínculo con los típicos "efectos" interpretativos, inferenciales y prototípicos del sistema cognitivo (Piaget, 1977a; Pascual-Leone, 1979;

Delval, 1997). Notar que existen en la literatura al menos dos nociones de esquemas bajo presupuestos bien distintos (Pozo, 1989). Sin entrar en detalles, se indica que aquí se hace referencia a los "esquemas" del entramado piagetiano (Piaget, 1978; Coll, 1983; Delval, 1997). El "esquema" de los conexionistas es un constructo que encierra un significado bien distinto (ver por ejemplo, Rumelhart y Ortony, 1982; Rodrigo y Correa, 1999).

Lo anterior no se puede reducir a un mero problema de términos: la diferencia 3 ha mostrado lo importante que es para una teoría de aprendizaje determinar qué unidades de la organización cognitiva del sujeto son las que sufren modificación. La descripción de la mecánica de aprendizaje no será la misma si los constructos que perfilan estas unidades son "*conceptos*", son "*esquemas*" o son "*teorías implícitas*". Tampoco será igual una descripción del aprendizaje "*inspirada*" en datos con una buena validez psicológica que si ésta se hace usando constructos y mecanismos más apropiados para describir conocimientos externos al sujeto.

Los anteriores argumentos señalan que sería posible hablar de una descripción del aprendizaje desde una *visión amplia* si se plantea en términos de adquisición y formación de significados por parte del sujeto, y de una *visión restrictiva* del aprendizaje cuando se usan constructos y mecánicas propios de conocimientos externos al sujeto, a los que se les suele dar cierta validez para su uso en el conocimiento interno del sujeto a través de supuestas analogías. En el dominio de la Didáctica de las ciencias ha sido muy usual la analogía de "*el alumno como científico*" (Driver, 1983; Claxton, 1994; Solomon, 1994; Marín, 1996). Por esta razón, dentro de éste ámbito específico, a la visión restringida del aprendizaje también es posible denominarla *visión analógica*.

Así pues, la *visión amplia del aprendizaje*, al centrar su atención en la construcción de significados del sujeto, cae en la cuenta de que:

- La adquisición de significados es una cuestión de grados. Sobre cualquier entidad susceptible de ser cognoscible (un concepto o un fenómeno) siempre tenemos cierta carga de significados que puede ser enriquecida constantemente, y esto es cierto tanto para el hombre de la calle como para el científico más eminente. No es, por tanto, una cuestión de todo o nada (también, Pozo, 1996; Oliva, 1999).
- Lo que permite el desarrollo de un conocimiento flexible y transferible es la adquisición de significados con rica carga procedimental y no tanto conocer el "significado" mediante una exposición verbal (declarativa) de un concepto (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Vosniadou, 1999). La fragmentación del conocimiento a través de la versión declarativa de los conceptos, tan usuales en el ámbito académico, restringe seriamente la adquisición de significados.
- Es posible fomentar el desarrollo cognitivo del sujeto activando mecanismos de toma de conciencia que hagan explícitos los significados implícitos (Piaget, 1976; Karmiloff-Smith, 1994; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Las anteriores cuestiones pasarían "*desapercibidas*" para la *visión restrictiva o analógica* del

aprendizaje, donde el uso del constructo *concepto*, junto con otras mecánicas analógicas, dan una perspectiva explícita, declarativa y sintáctica de la construcción de significados, la cual ha mostrado ser limitada y sesgada (también Pozo, 1989).

Ahora bien, no se puede obviar que en el ámbito de la psicología cognitiva existe una tendencia muy extendida en usar el término "*concepto*" como constructo mental (ver por ejemplo Carey, 1991; Carey y Spelke, 1994; Chi y otros, 1994). Incluso, otros autores parecen mezclarlo o usarlo indistintamente con otros constructos (ver por ejemplo, Pozo, 1989; Rodrigo y Correa, 1999).

Por supuesto que este fuerte atractivo para usar el término "*concepto*" como constructo mental, sobre todo en corrientes psicológicas dominantes en el mundo anglosajón, hace que sea más difícil argumentar en contra de esta fuerte tendencia, como se pretende hacer desde estas líneas. A pesar de todo, estamos convencidos de lo inadecuado que resulta aplicar sobre el conocimiento individual constructos o mecánicas inicialmente creados para describir el conocimiento colectivo. Esto supone no respetar la necesaria distinción entre lo lógico y lo psicológico. La historia de la psicología cognitiva está jalonada de proyectos fuertemente subvencionados que terminaron pagando una pesada factura por no ser suficientemente sensibles a dicha distinción (Pozo, 1989).

Lo que sigue es un intento de agrupar argumentos que muestran las distintas caras que suele adoptar la *visión restrictiva* del aprendizaje de las ciencias:

- En el ámbito del conocimiento de ciencias suele plantearse "*qué y cómo cambian las teorías y conceptos*", lo cual puede ser correcto dado que dichos términos son los adecuados para describir tal conocimiento, pero sería menos procedente plantearse el problema del aprendizaje del alumno como un "cambio conceptual" pues ni se puede dar cambio en el sentido de sustitución ni el mejor modo de describir el aprendizaje es mediante el uso de conceptos (Pozo, 1999a; Marín, 1999).

- Son variados los modos de salir el alumno de los conflictos cognitivos (Piaget, 1978; Villani y Orquiza de Carvalho, 1995) y variados los modos de evitarlos cuando son planteados a nivel instruccional, pero todas estas reacciones sólo pueden ser explicadas de un modo coherente desde un contexto teórico psicológico ya que al fin y al cabo se está hablando de un fenómeno psicológico. Otras propuestas lógicas (véase, por ejemplo, Jiménez Aleixandre, 1991) podrían ser válidas pero habría que contrastarlas empíricamente con un soporte teórico psicológico.

- Recientemente, entre los psicólogos que hacen propuestas sobre aprendizaje de las ciencias, se percibe "traspasos" de constructos y mecánicas entre conocimientos externos e internos al sujeto, así:

- a) Carey (1991; Carey y Spelke, 1994), para caracterizar la reestructuración débil, usa procesos de diferenciación y generalización conceptual que en cierta medida son mecánicas validadas por la experimentación psicológica (Pozo, 1989; Vosniadou, 1994)

mientras que para precisar la reestructuración fuerte usa mecánicas de cambio de teorías y conceptos propuestas desde la historia y filosofía de la ciencia.

b) Otra propuesta donde la mezcla de lo lógico y lo psicológico es aún más evidente, es la realizada por Chi y otros (1994). Ellos mantienen que las concepciones erróneas del alumno se deben a la asignación de éstas a una categoría ontológica inapropiada y que, por tanto, el cambio conceptual significa un cambio a la categoría ontológica aceptada científicamente. No se han hecho esperar las críticas sobre la arbitrariedad para la elección de las categorías ontológicas básicas (materia, procesos y estados mentales) o la inadecuada caracterización del cambio conceptual que ofrece una visión o perspectiva muy restrictiva (por ejemplo, Pozo 1999a; Duit, 1999; Vosniadou, 1999).

c) Rodrigo y otros (1993) dicen usar el término "*teoría implícita*" como constructo mental para el hombre de la calle por su analogía funcional con las teorías científicas y, aunque después admiten las claras limitaciones de la analogía, continúan manteniendo el término. Claro está que lo importante de un término es su significado o caracterización, pero en sucesivas argumentaciones aparecen los términos "*esquema*", "*concepto*" y "*teoría implícita*" de forma poco diferenciada. Algo semejante ocurre en los argumentos que mantiene Pozo (1989) para realizar su propuesta de cambio conceptual.

d) Thagard (1992) retoma las descripciones sobre las reestructuraciones débiles y fuertes realizadas por Carey (1991) para describir diferentes cambios en la historia de la ciencia. Después Pozo (1999c) retoma las ideas de Thagard para sugerir que "así sucede en la construcción del conocimiento científico a través de la historia y así debería suceder también en la construcción del conocimiento de ciencias por los alumnos en el aula".

e) Es usual establecer diferencias entre el conocimiento del alumno y el científico a nivel ontológico, epistemológico y conceptual (ver por ejemplo, Vosniadou, 1994; Carey y Spelke, 1994; Chi y otros, 1994; Pozo y Gómez Crespo, 1998), y a continuación plantear el problema del aprendizaje respondiendo a la cuestión ¿qué es lo que cambia en el cambio conceptual? La respuesta goza ya de cierta obviedad lógica: se deberá cambiar justo lo que los autores han señalado en las diferencias, a saber, elementos ontológicos, epistemológicos y conceptuales. Sin embargo, se debería tener en cuenta que el carácter claramente lógico de dichas categorías, autorizan su pertinencia para caracterizar el punto de llegada del aprendizaje (conocimiento de ciencias), pero no tanto el punto de partida (conocimiento del alumno). En una visión constructivista, quien hace el cambio es el alumno y a tal hay que aludir. Es un problema de carácter más psicológico que lógico.

Además, es posible una explicación alternativa para dar cuenta de las restricciones del sistema cognitivo del sujeto a fin de evitar "tener que echar mano" de supuestos lógicos, como son los principios ontológicos y epistemológicos. Ésta sólo tendría que evocar a las resistencias y limitaciones inherentes a los procesos de asimilación y acomodación de un esquema al intentar incorporar nuevos datos (Piaget, 1978).

8b. *Reflexiones sobre propuestas de enseñanza de las ciencias*

Mientras el aprendizaje conlleva algún tipo de modificación cognitivo-afectiva del interior del sujeto, la enseñanza se refiere a las condiciones y acciones docentes externas al sujeto (alumno), dirigidas a provocar algún tipo de modificación en su sistema cognitivo o afectivo (también Delval, 1997). Según esto, se estará hablando de aprendizaje cuando se haga alusión a la organización de la cognición del sujeto, a los constructos mentales que la constituyen y/o a la mecánica de cómo éstos pueden ser o, de hecho, son alterados.

Según lo anterior, que el docente de ciencias realice un exquisito diseño de enseñanza bien fundamentado, usando un excelente modelo de intervención de clase, no garantiza un buen aprendizaje, ya que factores internos del sujeto, como su nivel cognitivo, sus ideas previas o su estado emotivo, pueden alterar o malograr fácilmente el supuesto efecto lógico de tal intervención. Y es que, mientras *el profesor propone, el alumno dispone*.

Fue posiblemente desde posiciones influidas por los principios del conductismo donde se heredó la tendencia de hablar con frecuencia de "*condiciones de aprendizaje*" o "*condiciones de enseñanza-aprendizaje*", cuando en realidad se quiere hacer referencia a condiciones externas al sujeto para inducirlo o incitarlo a un determinado tipo de aprendizaje. Ahora bien, habría que acordar que hubiera sido más adecuado hablar de "*condiciones de enseñanza, de instrucción o de intervención*". Las expresiones que aluden al aprendizaje podrían ser consideradas como válidas si se admitiera un vínculo lógico entre enseñanza y aprendizaje, algo que resulta incoherente en una visión constructivista del aprendizaje, y no tanto en modelos de "tabula rasa" usados por el conductismo y descendencias posteriores, donde se acepta la correspondencia entre contingencias externas y lo adquirido por el sujeto, entre lo enseñado y lo aprendido (Pozo, 1989).

También en la literatura del ámbito de la didáctica de las ciencias se percibe cierta indiferenciación, quizá confusión, entre enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la cual es rica en argumentos que vinculan en un sólo paso aprendizaje y actividad científica o modelo epistemológico de ciencias. Como muestra, valgan algunos ejemplos:

a) La propuesta de cambio conceptual inicial en el ámbito (Posner y otros, 1982) se fundamenta en que "*existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje con el propuesto por la filosofía de la ciencia contemporánea*".

b) "*La estrategia de enseñanza que nos parece más coherente con la orientación constructivista y con las características del razonamiento científico es la que plantea el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas abiertas [análogas a las que se dan en la actividad de los científicos] que los alumnos puedan considerar de interés*" (Gil y otros, 1999).

c) De Cudmani y otros (2000) hacen una propuesta fundamentada en la epistemología de la ciencia de Laudan para desarrollar "*un modelo de aprendizaje integrador de aspectos conceptuales y no conceptuales de las ciencias*".

Las anteriores afirmaciones son discutibles, dado que desde la Historia y Filosofía de las Ciencias se pueden hacer valiosas propuestas de instrucción, intervención o enseñanza en

las clases de ciencias, pero no de aprendizaje (también, Vosniadou, 1999; Clement, 2000). Las diferencias vistas entre conocimientos internos y externos al sujeto (por ejemplo, en las diferencias tipo 2 y 3) cuestionan la validez psicológica de usar la metodología y mecánicas de cambio propuestos desde la epistemología de la ciencia como supuestos modelos de aprendizaje.

En general, ha sido usual (y sigue siéndolo) en los trabajos alineados al movimiento de las concepciones alternativas (MCA) o constructivismo social (Gilbert y Swift, 1985; Solomon, 1994; Gilbert, 1995), las propuestas didácticas para el aula de ciencias, fundamentándolas en los procedimientos metodológicos y criterios de progreso de teorías y conceptos científicos. Dos argumentos, no exentos de lógica y coherencia, asisten a este modo de proceder: el primero sostiene que la educación de ciencias debe estar en consonancia con el quehacer científico (Gil y otros, 1999) y, el segundo viene de la mano de la teoría de los constructos personales de G. Kelly, cuando argumenta que las teorías personales del hombre de la calle y las teorías científicas presentan importantes analogías funcionales (por ejemplo, Rodrigo y otros, 1993; Claxton, 1994).

En un momento dado, el MCA percibió (corría la primera mitad de la década de los 80) que la teoría de Kelly podía significar el contexto teórico adecuado para los muchos materiales y planteamientos didácticos confeccionados hasta el momento, y que estaban huérfanos de soporte teórico (Solomon, 1994; Marín y otros, 1999, Gil, Carrascosa y Martínez Terrades, 2000), para lo cual sólo se precisaba trasladar las ideas de Kelly desde el hombre de la calle al mismo alumno de ciencias, lo que dio lugar a lo que se ha venido denominando analogía de "*el alumno como científico*" (Driver, 1983; Claxton, 1994; Solomon, 1994; Marín, 1996; Duit, 1999).

La analogía de "*el alumno como científico*" fue (y sigue siendo) la llave, más o menos explícita, que abrió la puerta para dar soporte coherente y racional a un número extenso de propuestas y planteamientos didácticos en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias. El punto fuerte de esta analogía reside en las semejanzas funcionales entre el conocimiento del alumno y el del científico (incluso, el científico). Consecuentemente, su punto débil se ha de localizar en las diferencias entre estos conocimientos, las cuales, no sólo existen, sino que además son notables, como se ha dejado patente, por ejemplo, en las diferencias tipo 2 y 3, las cuales aportan sugerencias interesantes para aclarar algunas cuestiones sobre la enseñanza de las ciencias. Así, por ejemplo:

- a) Las propuestas de enseñanza basadas en la analogía de "*el alumno como científico*", en sentido estricto, no pueden rebasar la frontera que separa la enseñanza del aprendizaje: la fractura entre conocimientos individuales y compartidos lo impiden.
- b) A nivel instruccional, las propuestas didácticas basadas en la analogía de "*el alumno como científico*" pueden ser complementadas con otras, fundamentadas en argumentos de la epistemología individual y que difícilmente se podrían hacer desde la epistemología de la ciencia. Algunas de estas medidas didácticas se han

visto en 8a.

La lista de propuestas didácticas podría ampliarse, por ejemplo, considerando los diferentes mecanismos de equilibración o abstracción reflexiva (Piaget, 1978). En cualquier caso, las posibilidades y limitaciones para realizar propuestas para mejorar la enseñanza de las ciencias, dependerá del modelo cognitivo que se adopte para representar el conocimiento del alumno.

Las limitaciones de la analogía “el alumno como científico” o, en su formulación original, “el hombre como científico” podría sugerir una superación de éstas desde la analogía “el científico como hombre”. Las diferencias vistas entre conocimientos aconsejan dejar el juego de las analogías para ver que una cosa es el conocimiento del alumno, otra el conocimiento del científico y, finalmente, otra el conocimiento de ciencias.

8c. *Reflexiones sobre cuestiones de formación de educadores e investigadores del ámbito de la Didáctica de las Ciencias*

El intento por mostrar las diferencias entre los distintos conocimientos que se ponen en juego en la enseñanza de las ciencias, deja al descubierto los diferentes ámbitos de conocimiento que intervienen, junto a la Didáctica de las Ciencias, para afrontar los problemas que origina la enseñanza de las ciencias.

Se percibe con claridad que los dos ámbitos que colaboran con mayor intensidad con la Didáctica de las Ciencias son la historia, filosofía y epistemología de las Ciencias, por un lado y, la psicología cognitiva por otro. Pero también, y después de éstos, la sociología, la lingüística y la psicología de la motivación y la afectividad.

Si lo anterior es así, también se podrían obtener algunas conclusiones referentes a la formación de educadores e investigadores que publican sus trabajos en revistas del ámbito de la Didáctica de las Ciencias. Duschl (1994) indica que, además de la comunidad de educadores en ciencias formados primordialmente en dominios científicos, existe en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias otra comunidad, de menor dimensión, pero de fuerte incidencia en plantear nuevos problemas, reformular los que hay o hacer nuevas propuestas metodológicas, cuya formación proviene principalmente del ámbito de la psicología. Duschl sugiere a los educadores de ciencias prestar más atención a las aportaciones que hace esta última comunidad de la que hasta el momento se le ha prestado.

En respuesta a Duschl, Jiménez Aleixandre (1995) declara estar de acuerdo con él pero sugiere que también la comunidad de psicólogos que abordan los problemas de la enseñanza de las ciencias deberían leer más las aportaciones de los educadores de ciencias. No obstante, creo, la anterior afirmación no refleja bien la cantidad de documentación que tales psicólogos toman de los otros (ver por ejemplo, Vosniadou, 1999; Pozo, 1999a,b).

Lo que las referencias bibliográficas sí parecen mostrar claramente (Duschl, 1994; Marín y

otros, 1999) es que la comunidad de educadores de ciencias tienen en poca consideración las aportaciones psicológicas y, cuando lo hacen, es más para rechazar que para adoptar (ver Duit, 1999). Por ejemplo, desde finales de los 70, la teoría de Piaget ha sido y es objeto de críticas, tan numerosas como poco fundamentadas, desde la comunidad de los educadores en ciencias (Marín y otros, 1999; Marín y otros, 2000).

Vista la relevancia que tiene la psicología cognitiva para resolver problemas y marcar diferencias entre conocimientos implicados en la enseñanza de las ciencias, habría que alinearse con Duschl (1994; también Jiménez Aleixandre, 1995) para sugerir la necesidad de una mayor consideración de las aportaciones que se hacen desde la psicología cognitiva, sin olvidar las aportaciones desde otros ámbitos ya mencionados. También es cierto que esto conllevaría una excesiva "carga formadora" para la comunidad de educadores de ciencias.

Lo que parece imponerse poco a poco en nuestro ámbito es la necesidad de considerar, por un lado, ámbitos ligados a los contenidos de ciencias que son enseñados (ámbitos de ciencias y cercanos como son la historia, filosofía y epistemología de ciencias), por otro, ámbitos vinculados al alumno que aprende (psicología del conocimiento y afectiva, psicolingüística) y, finalmente, ámbitos que abordan problemas asociados al contexto escolar y a las relaciones CTS.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

(DE LOS TRES ARTÍCULOS PREVIOS)

- Anderson J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, Ma: Harvard University Press.
- Apostel, L. (1986). *Construcción y validación en la epistemología contemporánea*, pp. 100-135. En J. Piaget y otros. *Construcción y validación de las teorías científicas*. Argentina: Paidós.
- Artigue, M. y Douady, R. (1986). La Didactique des Mathématiques en France. *Revue Française de Pédagogie*, 76, pp. 69-88.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1986). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Méjico: Trillas.
- Berkson, W. (1981). *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. Madrid: Alianza.
- Bliss, J. (1995). Piaget and after: the case of learning. *Studies in Science Educacion*, 25, pp. 139-172.
- Bloom, J. W. (1992). *Contexts of Meaning and Conceptual Integration: How Children Understand and Learn*, pp. 177-194. En A. Duschl y R.J. Hamilton. *Phylosphy of Science, cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. State University of New York: Suny Series in Science Eduaction.
- Bunge, M. (1981). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- Carey, S. (1991). *Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change?*. En S. Carey y R. Gelman. *The epigenesis of mind*. Erlbaum: Hillsdale, N.J.
- Carey, S. y Spelke, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. En L. Hirschfeld y S. Gelman (eds.). *Mapping the mind*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- Carretero, M. y Limón, M. (1997). *Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica*. pp.137-154. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (comp.). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Visor.
- Chalmers, A.F. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI.
- Chi, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of Science: Minnesota studies in the philosophy of science*. Minneapolis, MN: University of

Minnesota Press.

- Chi, M.T.H., Slotta, J.D. y Leeuw, N. (1994). From Things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, vol.4, pp. 27-43.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), pp. 1041-1053.
- Coll, C. (1983). *La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje*, pp. 183-201. En C. Coll. Psicología genética y aprendizajes escolares. Madrid: Siglo XXI.
- Coll, C. (1992). Constructivismo e intervención educativa, "¿Cómo enseñar lo que ha de construirse?". *Aula de Innovación Educativa*, 2, pp. 79-82.
- Coll, C. (1997). *Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica*. pp.107-136. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (comp.). La construcción del conocimiento escolar. Barcelona: Paidós.
- De Posada, J.M. (1996). Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 303-314.
- Delval, J. (1997). *Tesis sobre el constructivismo*. pp.15-24. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (comp.). La construcción del conocimiento escolar. Barcelona: Paidós.
- Chalmers, A.F. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*: Siglo XXI.
- di Sessa, A.A. y Sherin, B.L. (1998). What changes in conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 48(3) pp. 287-312.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in Science Education. pp. 263-282. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- Duschl, R.A. (1994). Editorial Policy Statement and Introduction. *Science Education*, 78(3), pp. 203-208.
- Ferrater Mora, J. (1978). *Diccionario de Filosofía abreviado*. Barcelona: Edhasa.
- García, R. (1986). *La epistemología genética y los problemas fundamentales en la teoría del conocimiento*, pp. 58-76. En J. Piaget y otros. Construcción y validación de las teorías científicas. Argentina: Paidós.
- Giere, R. (1992). *Cognitive Models of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. pp. 63-70

- Gil, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furio, C., Gallego, R. Gené, A., González, E., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Pessoa de Carvalho, Salinas, J., Tricárico, H. y Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. *Enseñanza de las Ciencias*. 17(3). pp.503-512
- Gilbert, J.K. (1995). Studies and fields: directions of Research in Science Education. *Studies in Science Education*, 25, pp. 173-197.
- Gilbert, J.K. y Swift, D.J. (1985). Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), pp. 681-696.
- Glaserfeld, E. von. (1991). *Constructivism in Education*. En A. Lewy. The International Encyclopedia of Curriculum. Pergamon Press. Oxford.
- Glaserfeld, E. von. (1998). *Introducción al constructivismo radical*. pp. 20-27. En P. Watzlawick y otros. La realidad inventada. Barcelona: Gedisa.
- Good, R. (1993). The many forms of constructivism. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), p. 1015.
- Grandy, R.E. (1997). Constructivisms and objectivity: disentangling metaphysics from pedagogy. *Science & Education*, 6(1-2), pp. 43-53.
- Harding, P. y Hare, W (2000). Portraying Science Accurately in Classrooms: Emphasizing Open-Mindedness Rather Than Relativism. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), pp. 225-236.
- Holton, G. (1972). *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona: Reverté. (Ver.orig. 1952. Introduction to Concepts and theories in Phisical Science. Massachusetts: Addisson-Wesley).
- Holton, G. (1982). *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós. (Ver.orig. 1955. De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent. París: Presses Universitaires de France).
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos Epistemológicos. pp.35-64. En F.J. Perales y P. Cañal. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 248-256.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1995). Comment on "editorial policy statement" by Richard Duschl. *Science Education*, 79(6), pp. 701-704.
- Jiménez Aleixandre, P. y Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos de la Educación Secundaria. pp. 17-46. En L. del Carmen, La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la educación secundaria. Barcelona:

ICE / Horsori.

- Jiménez Gómez, E., Solano, I. y Marín, N. (1997). Evolución de la progresión de la delimitación de las "ideas" de alumno sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), pp. 309-328.
- Jiménez Gómez, E., Solano, I. y Marín, N. (1999). Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de "lo que el alumno sabe" sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2).
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Kuhn, T.S. (1981). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1974). *Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Madrid: Tecnos.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Lawson, A.E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias*. 12(2). pp. 165-187.
- Lawson, A.E., Mc Elrath, C.B., Burton, M.S., James, B.D., Doyle, R.P., Woodward, S.L. y Kellerman, L. (1991). Hypotetico-deductive reasoning skill and concept acquisition: Testing a constructivis hypothesis. *Journal of Research in Science teaching*, 28(10), pp. 953-970.
- Leontiev, A.N. (1979). Los principios del desarrollo mental y el problema del retraso mental. pp. 81-98. En Luria, Leontiev y Vygotsky (comp.). *Psicología y pedagogía*. Madrid: Akal.
- Luria, A.R. (1980). *Los procesos cognitivos*. Barcelona: Fontanella.
- Marín, N. (1986). *Estudios sobre las S.R.T de M. Shayer*. VII Encuentros de Didáctica de la Física y Química, Jaén.
- Marín, N. (1994). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 20, pp. 195-208.
- Marín, N. (1995). *Metodología para obtener información del alumno de interés didáctico*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Marín, N. (1996). Referentes teóricos para fundamentar la enseñanza de las Ciencias. *Actualidad Educativa*, III(1), pp. 26-33.
- Marín, N. (1997). *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Marín, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 79-92.
- Marín, N., Jiménez Gómez, E. y Benarroch, A. (1997). Delimitación de "lo que el alumno

- sabe" a partir de objetivos y modelos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), pp. 215-224.
- Marín, N., Solano, I. y Jiménez Gómez, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), p. 479-492.
- Marín, N., Benarroch, A. y Jiménez Gómez, E. (2000). What is the relationship between Social Constructivism and Piagetian Constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories. *International Journal of Science Education*, 22(3), p.225-238
- Marín, N., Solano, I. y Jiménez Gómez, E. (aceptado para su publicación). Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*.
- Marín, N y Benarroch, A. (2000). Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación. *Paideia. Revista de Educación*. nº28. (Universidad de Concepción, Chile).
- Marín, N., Benarroch, A. y Jiménez Gómez, E. (en revisión). The persistence and coherence of student conceptions depend on the inquiry method used. *International Journal of Science Education*.
- Marina, J.A. (1996). *El laberinto sentimental*. Barcelona: Anagrama.
- Marina, J.A. (1998). *La selva del lenguaje*. Barcelona: Anagrama.
- Matthews, M.R. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp. 79-88.
- MEC. (1989). *Diseño Curricular Base, "Educación Primaria, I y II"*. Madrid: M.E.C.
- Monk, M. (1990). A Genetic Epistemological Analysis of Data on Children's ideas about DC electrical circuits. *Research in Science & Technological Education*, 8(2), pp. 133-143.
- Oliva, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 93-108.
- Pascual-Leone, J. (1979). *La teoría de los operadores constructivos*, pp. 208-228. En Juan Delval. *Lecturas de psicología del niño*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Pascual-Leone, J. (1983). *Problemas constructivos para teorías constructivas, "La relevancia actual de la obra de Piaget y una crítica a la psicología basada en la simulación del procesamiento de información"*, pp. 363-392. En M. Carretero y J.A. García Madruga. *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Editorial.
- Peñalver, C. (1988). El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 5, pp. 11-16.
- Perales, F.J. (1992). Desarrollo cognitivo y modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Rvta. Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13, pp. 173-189.

- Piaget, J. (1976). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata. (Ver.orig. 1974. *Le prise de conscience*. París: Presses Universitaires de France).
- Piaget, J. (1977a). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin. (Ver.orig. 1970. *L'epistemologie génétique*. París: Presses Universitaires de France).
- Piaget, J. (1977b). *Lógica y psicología*. Argentina: Solpin. (Ver.orig. 1953. *Logic and psychology*. New York: Manchester University Press).
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas, "Problema central del desarrollo"*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1980). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel. (Ver.orig. 1969. *Psychologie et pédagogie*. París: Gonthier).
- Piaget, J. (1984). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique. (Ver.orig. 1947. *La psychologie de l'intelligence*. Paris: A. Colin).
- Piaget, J. y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Mexico: Siglo XXI.
- Piaget, J. y col. (1973). *La formation de la notion de force*. Paris: P.U.F.
- Pintrich, P.R. (1999). Motivational Beliefs as Resources for and Constraints on Conceptual Change. pp. 33-50. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- Popper, K.R. (1983). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Barcelona: Paidós.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), pp. 211-227.
- Pozo, J.I. (1987). *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal* Madrid: Visor.
- Pozo, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J.I. (1996). No es oro todo lo que reluce ni se construye (igual) todo lo que se aprende: contra el reduccionismo constructivista. *Anuario de Psicología*, 69, pp. 127-139.
- Pozo, J.I. (1997). *El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico*. pp.155-176. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (comp.). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Pozo, J.I. (1999a). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp.513-521.
- Pozo, J.I. (1999b). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, pp.15-31.
- Pozo, J.I. (1999c). *El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico*, pp. 155-176. En J.I. Pozo y C. Monereo. El

aprendizaje estratégico. Madrid: Aula XXI/Santillana.

Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A., Limón, M. y Serrano Sanz, A. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química. Madrid: CIDE (MEC).

Pozo, J.I., Pérez, M., Sanz, A. y Limón, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57, pp. 3-22.

Pozo, J.I. y Postigo, Y. (1994). *La solución de problemas como contenido procedimental de la Educación Obligatoria*, pp. 180-213. En Pozo y otros. *La solución de problemas*. Madrid: Santillana. Aula XXI.

Pozo, J.I. y Gómez Crepo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Reif, F. y Larkin, J.H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.

Richmond, P.G. (1980). *Introducción a Piaget*. Madrid: Fundamentos.

Rivière, A. (1990). *La teoría cognitiva social del aprendizaje: implicaciones educativas*, pp. 69-80. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi. *Desarrollo psicológico y Educación*, II. Madrid: Alianza Editorial.

Rodrigo, M.J., Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano. Madrid: Visor.

Rodrigo, M.J. (1997). *Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas*. pp.177-194. En M.J. Rodrigo y J. Arnay (comp.). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.

Rodrigo, M.J. y Correa, N. (1999). *Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo*, pp. 75-86. En J.I. Pozo y C. Monereo. *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI/Santillana.

Roth, W.M. (1990). Neo-piagetian predictors of achievement in physical science. *Journal of research in science teaching*, 27(6), pp. 509-521.

Rumelhart, D.E. y Ortony, A. (1982). The representation of knowledge in memory. *Infancia y aprendizaje*, 20, pp. 115-158.

Säljö, R. (1999). Concepts, cognition and discourse: from mental structures to discursive tools. pp. 81-90. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.

Saltier, E. y Viennot, L. (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), pp. 137-145.

Sánchez Meca, D. (1996). *Diccionario de Filosofía*. Madrid: Alderabán.

- Sanmartí, N. y Azcárate, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 3-9.
- Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M. (1999). *New trends on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- Sequeira, M. y Leite, L. (1991). Alternative Conceptions and History of Science in Physics Teacher Education. *Science Education*, 75(1), pp. 44-56.
- Shayer, M. y Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar Ciencia, "Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum"*. Madrid: Narcea.
- Shayer, M. y Adey, P.S. (1993). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students IV: three years after a two years intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), pp. 351-366.
- Solomon, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, pp. 1-19.
- Steinberg, M.S., Brown, D.E. y Clement, J. (1990). Genius is not immune to persistent misconceptions: conceptual difficulties impeding Isaac Newton and contemporary physics students. *International Journal of Science Education*, 12(3), pp. 265-273.
- Strike, K.A. y Posner, G.J. (1990). *A revisionist theory of conceptual change*. En R. Duschl y R. Hamilton (eds). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Nueva York: Suny Press.
- Taber, K.S. (2000). Multiple frameworks?: Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure. *International Journal of Science Education*, 22(4) pp.399-417.
- Thagard, P.R. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding Vol I. The collective usage and evolution of concepts*. Princeton: Princeton University Press. (Trad. cast. 1977. *La comprensión humana, I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universitaria).
- Villani, A. y Orquiza de Carvalho, L. (1995). Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos y actividades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), pp. 279-294.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: state of the art future directions. pp. 3-14. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.
- Vosniadou, S. y Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.
- Vuyk, R. (1985). *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980*. Madrid: Alianza Universitaria.

A. DESCRIPCIÓN, ESTRUCTURACIÓN DEL MATERIAL Y PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO EN SU ELABORACIÓN:

1. Los problemas de la enseñanza de la Ciencia para conseguir sus objetivos.
 - 1.1. Los objetivos de la enseñanza de las Ciencias: de la memorización y comprensión de contenidos a la integración y transferencia de éstos. ¿Qué contenidos de Ciencias se pueden y se deben enseñar?: Procedimientos, transferencia, resolución de problemas, conceptos. La rentabilidad didáctica en la enseñanza de las Ciencias: un acuerdo entre lo posible y la práctica real.
 - 1.2. Los objetivos de la enseñanza de las Ciencias según los distintos niveles educativos.
 - 1.3. Problemas y dificultades en el aprendizaje de las Ciencias según los objetivos planteados. Sistemática de problemas de aprendizaje en Ciencias.
 - 1.4. La continuidad entre aprendizaje cotidiano y aprendizaje escolar. Adquisiciones por interacciones físicas y por significantes. Regularidades en fenómenos de aprendizaje y características de una teoría del aprendizaje que dé respuestas a estas regularidades.
 - 1.5. Una clave para el aprendizaje de las Ciencias: diferencias entre los tipos de conocimiento que se ponen en juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Diferencias entre conocimiento formal y natural, entre conocimiento científico y el del alumno.
2. La enseñanza de la Ciencia como un acercamiento de ésta al interés y curiosidad del alumnado.
 - 2.1. Causas de la falta de interés del alumno por la Ciencia
 - 2.2. Los factores psicológicos de la motivación
 - 2.3. Estrategias de enseñanza en ciencias para motivar al alumno
 - 3.4. Motivado el alumno ¿qué?. La complementariedad de la perspectiva afectiva y la cognitiva.
3. La enseñanza de las Ciencias como una acumulación de saberes.
 - 3.1. Propuestas de enseñanza de las Ciencias como acumulación de saberes.
 - 3.2. Fundamentos: el asociacionismo y el empirismo.
 - 3.3. Las dificultades del asociacionismo para explicar el aprendizaje de las Ciencias. La ciencia que se puede aprender bajo los presupuestos asociacionistas y los objetivos que quedan sin conseguir.
4. La enseñanza de las Ciencias como comprensión significativa de la exposición verbal de

contenidos.

- 4.1. La propuesta de enseñanza del aprendizaje significativo
- 4.2. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.
- 4.3. Las limitaciones de la teoría de Ausubel. La Ciencia que se puede aprender con exposición verbal y los objetivos que quedan sin conseguir.
5. La enseñanza de las Ciencias tomando al alumno como científico novel.
 - 5.1. Propuestas didácticas desde la analogía del "alumno como científico": el cambio conceptual y la enseñanza por investigación.
 - 5.2. Fundamentos derivados de la analogía "el alumno como científico": La epistemología de las Ciencias.
 - 5.3. Aspectos críticos: las limitaciones de la analogía "alumno como científico".
6. La enseñanza de las Ciencias como construcción de conocimientos específicos.
 - 6.1. Propuestas curriculares del constructivismo social. Las concepciones alternativas: sus características.
 - 6.2. La diversidad, dispersión o carencia de fundamentos del constructivismo social.
 - 6.3. Las carencias teóricas del constructivismo social. Limitaciones en su visión de las concepciones del alumnado.
7. La enseñanza de las Ciencias como adquisición de habilidades procedimentales y estrategias cognitivas.
 - 7.1. Propuestas de enseñanza de procedimiento de Ciencias.
 - 7.2. Fundamentos relevantes: la teoría piagetiana y neopiagetianas.
 - 7.3. Dificultades y limitaciones del aprendizaje por reestructuración.
8. La enseñanza de las ciencias como desarrollo de los esquemas específicos y generales del alumno
 - 8.1. La importancia del constructo esquema sobre otros constructos para describir el aprendizaje de las Ciencias.
 - 8.2. Un modelo cognoscitivo para integrar los distintos tipos de aprendizaje.
 - 8.3. La respuesta de la teoría de esquemas al aprendizaje por acumulación, generalización, ajuste y reestructuración. Origen y desarrollo de esquemas operatorios y de las estrategias cognitivas: la teoría de la equilibración de las estructuras cognoscitivas.
 - 8.4. El papel de los esquemas afectivos en el proceso de aprendizaje.
 - 8.5. Orientaciones didáctica para la enseñanza de las Ciencias deducidas de la teoría de los esquemas.

La adecuación de las orientaciones didácticas para resolver los problemas de la

enseñanza de las Ciencias y conseguir sus objetivos.

1. Qué tiene la ciencia que pueda aportar al alumno una educación eficiente. ¿Qué puede aprender el alumno del conocimiento de ciencias de utilidad?

Para cualquier persona Desde el contexto cotidiano ¿qué se puede aprender de la ciencia que sea de utilidad?

Tres escenarios en cuestión: cotidiano, académico y científico

Antes de aceptar incondicionalmente la importancia de aprender ciencias, habría que dejar un momento para hacer uso del sentido crítico tan útil en el entorno científico para reflexionar sobre esta cuestión.