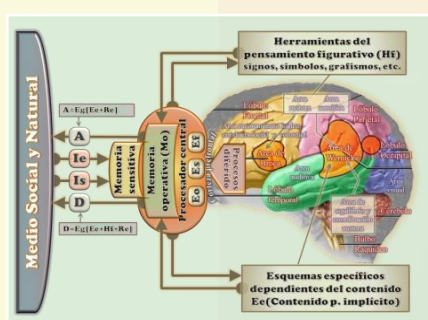
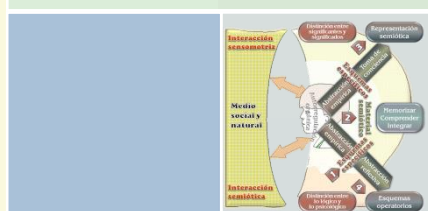


Conocimiento y Competencias

Nicolás Marín Martínez



FEDERACIÓN DE GREMIOS
DE EDITORES DE ESPAÑA

Nº. REGISTRO	ISBN - 10	84-697-1146-6
	ISBN - 13	978-84-697-1146-0
	Nº REG.	201462887
	F. ENTRADA	13/09/2014
	F. SALIDA	15/09/2014

INDICE

MÓDULO 1. ¿ES DIFÍCIL ENSEÑAR PARA FOMENTAR COMPETENCIAS?	5
SECUENCIACIÓN.....	5
ACTIVIDADES	6
¿QUÉ SON LAS COMPETENCIAS?	6
BUSCANDO UNA DEFINICIÓN DE COMPETENCIA EN INTERNET	6
¿CÓMO LLEGARON A SER COMPETENTES?	7
CONCRETAR OBJETIVOS PARA FOMENTAR COMPETENCIAS	7
HABILIDAD GENERAL PARA SER COMPETENTE	8
FUNDAMENTOS	9
DOS TENDENCIAS CURRICULARES.....	9
EL CURRÍCULO POR COMPETENCIAS.....	10
UN MODELO PARA EL ACTUAR COMPETENTE.....	12
CONTENIDOS ESPECÍFICOS, GENERALES Y NIVELES DE DIFICULTAD	16
Contenidos específico y generales para fomentar competencias	16
Niveles de dificultad para fomentar competencias	18
CONCLUSIONES	22
MÓDULO 2. TEXTURAS DEL CONOCIMIENTO QUE HAY DETRÁS DE LAS COMPETENCIAS	24
SECUENCIACIÓN.....	24
ACTIVIDADES	25
PARA SER COMPETENTE ... ES NECESARIO APRENDER A:.....	25
LA IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES SENSOMOTRICES EN LA FC	26
LA IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES SEMIÓTICAS EN LA FC.....	26
ESTIMANDO PORCENTAJES SENSOMOTRIZ-SEMIÓTICO	27
REGULARIDADES DE LA TABLA “PARA SER COMPETENTE ...”	27
FUNDAMENTOS	28
NOCIONES BÁSICAS SOBRE CONOCIMIENTO Y COMPETENCIAS.....	28
TEXTURAS DEL CONOCIMIENTO QUE HAY DETRÁS DE LAS COMPETENCIAS.....	30
Primera regularidad: interacciones sensomotrices y semióticas.....	31
Segunda regularidad: elementos estables de la cognición.....	33
Tercera regularidad: se sabe más que lo que se dice	35
ESBOZO DE UN MODELO COGNITIVO PARA FOMENTAR COMPETENCIAS.....	36
MÓDULO 3. MODOS DE ENTENDER EL CONOCIMIENTO.....	38
SECUENCIACIÓN.....	38
ACTIVIDADES	39
POSICIONES SOBRE LA RELACIÓN ENTRE CONOCIMIENTO Y REALIDAD	39

¿VEMOS LOS OBJETOS COMO SON?	40
SIGNIFICADOS Y SIGNIFICANTES ¿JUNTOS O SEPARADOS?	40
LA ORGANIZACIÓN COGNITIVA ¿ES CONCEPTUAL?	41
ADECUACIÓN DEL MODELO PARA RESPONDER A PROBLEMAS DE FC.....	41
FUNDAMENTOS	42
CONSTRUCTIVISMO ORGÁNICO	42
POSICIONES TEÓRICAS Y EPISTEMOLÓGICAS DEL CONSTRUCTIVISMO ORGÁNICO	43
Las relaciones entre objeto conocido y real	43
Una aproximación al significado de los “-ismos”	45
Constructivismo y Organicismo: su afinidad epistemológica	46
Sistema de afirmaciones dicotómicas síntesis del Constructivismo Orgánico	47
VERSIÓN DEL CONSTRUCTIVISMO ORGÁNICO PARA ENTENDER EL CONOCIMIENTO DEL APRENDIZ	48
Sobre las diferencias entre significado y significativo	48
Sobre las diferencias entre enseñanza y aprendizaje	50
Sobre organización cognitiva del aprendiz de ciencias: conceptos versus esquemas.....	51
Sobre interpretación del conocimiento del aprendiz: lógico versus psicológico.....	53
Sistemas de afirmaciones dicotómicas sobre el aprendiz	54
LA EXTENSIÓN COGNITIVA A LOS SISTEMAS SEMIÓTICOS SOCIALMENTE COMPARTIDOS.....	55
Simbiosis semiótica-comunidad.....	56
El peculiar conocimiento de ciencias	58
Sistemas de afirmaciones dicotómicas sobre ciencias	59
MODELOS DE SUJETO; VENTAJAS Y LIMITACIONES PARA FOMENTAR COMPETENCIAS	61
Las competencias que se perciben desde la analogía del “alumno como científico” (AcC).....	61
Las competencias que se perciben tomando al “aprendiz como procesador simbólico” (ApS).	63
Las competencias que se perciben tomando al “alumno como constructor de significados” (AcS).....	64
MÓDULO 4. MODOS DE TOMAR INFORMACIÓN AL APRENDIZ	67
SECUENCIACIÓN.....	67
ACTIVIDADES	68
EN BUSCA DE UN CUESTIONARIO QUE REVISAR	68
REVISIÓN DEL CUESTIONARIO POR CRITERIOS LIGADOS AL CONTENIDO.....	68
INFORMACIÓN A TOMAR DEL ALUMNO PARA FC.....	69
EJEMPLOS SOBRE ESTRATEGIAS DE CONFRONTACIÓN Y VARIACIÓN	70
DESARROLLO DE LA FASE 2 DE LA METODOLOGÍA	70
FUNDAMENTOS	71
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PAUTAS METODOLÓGICAS	71
METODOLOGÍA	74
Fase A. Diseño del guion de la entrevista	74
Fase B. Interacción del entrevistado con las tareas del cuestionario.....	76
Fase C. Análisis, categorización y tratamiento de datos.....	79
VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	81
MÓDULO 5. APRENDIZAJES NECESARIOS PARA EL ACTUAR COMPETENTE	84
SECUENCIACIÓN.....	84

ACTIVIDADES	85
¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE? BUENAS Y MALAS IMÁGENES	85
TIPOS DE APRENDIZAJE PARA LOGRAR UNA COMPETENCIA	85
LA INFLUENCIA SOCIAL PARA DAR SIGNIFICADO A LAS PALABRAS	86
TOMA DE CONCIENCIA: HASTA DÓNDE SOY CONSTRUCTIVISTA	86
BUSCANDO NUEVAS RELACIONES POR REFLEXIÓN SEMIÓTICA	87
FUNDAMENTOS	88
ORGANIZACIÓN COGNITIVA	88
CONSTRUCCIÓN COGNITIVA	91
A. Construcciones y progresos cognitivos ligados a los esquemas específicos y sus interacciones con el medio externo	91
B. Construcciones y progresos cognitivos que suponen interacción interna por procesos de reflexión.	93
VENTAJAS DE LA VISIÓN ORGÁNICA DEL APRENDIZAJE PARA FOMENTAR COMPETENCIAS	100
 MÓDULO 6. ENSEÑAR PARA FOMENTAR COMPETENCIAS	 102
SECUENCIACIÓN	102
ACTIVIDADES	103
REVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR CRITERIOS LIGADOS AL CONTENIDO	103
EJEMPLOS DE RECONTEXTUALIZACIÓN PARA “ALIMENTACIÓN”	103
ACTIVIDADES DE CONFRONTACIÓN	104
LA CONFRONTACIÓN SE PUEDEN HACER DE VARIOS MODOS	104
ACTIVIDADES DE REFLEXIÓN	104
SECUENCIAS AFINES A UNA ENSEÑANZA POR DESCUBRIMIENTO	105
ACTIVIDADES DE CONTEXTUALIZACIÓN, CONFRONTACIÓN Y REFLEXIÓN	105
FUNDAMENTOS	106
EL CONSTRUCTIVISMO ORGÁNICO. CREACIÓN DE ESTRUCTURAS QUE ASIGNAN SIGNIFICADO	106
A. Distinción entre significado y significante. El problema de la asignación de significados.....	106
B. Tipos de aprendizajes	107
MODELO DE ENSEÑANZA DEL “ALUMNO COMO APRENDIZ”	110
A. Diferenciar y enfatizar el significado frente al significante. El primero, ligado a los esquemas cognitivos, requiere mayor tiempo de aprendizaje.....	110
B. Recontextualizar. Diseñar las actividades con variaciones contextuales y, en cada contexto, realizar variaciones relevantes e irrelevantes de los diferentes factores que intervienen en la actividad.....	113
C. Crear un contexto de enseñanza expectante y comprometido para fomentar en el alumno nuevas construcciones a través de desequilibrios y reequilibrios.....	114
D. Resignificar. Fomentar los procesos de reflexión en un ambiente de compromiso, dedicación e intensa interacción semiótica en el aula.....	115
SÍNTESIS Y CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	120

MÓDULO 1. ¿ES DIFÍCIL ENSEÑAR PARA FOMENTAR COMPETENCIAS?

Existe poca correlación entre las inversiones de un país en educación y la escasa huella de conocimiento útil que queda en la mente del alumnado. Parece razonable apostar decididamente por el esfuerzo educativo del currículo por competencias cuya actitud pretende convertir los contenidos que son objeto de enseñanza en conocimiento y éste en acción útil y de valor para el propio alumno y la sociedad en la que vive.

SECUENCIACIÓN

Módulo 1. ¿Es difícil enseñar para fomentar competencias?					
Contenidos					
	1. Hay dos estilos de enseñanza: uno que sigue la lógica de la disciplina (más usual) y otro centrado en el alumno (cc)	3. Diferentes definiciones sobre la noción de competencias que denotan dispersión conceptual	5. Qué es y que no es competencia. Conocimiento en acción en un contexto práctico y de valor social	7. Necesario distinguir elementos del interior y exterior del sujeto para precisar una buena definición de competencia	9. La competencia requiere de una combinación de conocimientos específicos y generales
Actividades					
	2. Formular algunas competencias en varios ámbitos, para después buscar una definición de competencia	4. Buscar en internet definiciones de competencia, analizando entre las más frecuentes qué es lo que se enfatiza	6. Reflexionar sobre que aprendizajes hacen personas competentes en varios ámbitos cotidianos	8. Concretar un objetivo que pretenda fomentar competencias una vez elegido uno o varios contenidos	10. Una actividad nada habitual pero necesaria hacer si se quiere fomentar las competencias: controlar variables

ACTIVIDADES

¿Qué son las competencias?

Se trata de añadir algunas competencias más a cada uno de los ámbitos citados. En grupo de intentará dar una definición de competencia que abarque la lista de competencias.

COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO DEL DEPORTE

- El tenista despliega una serie de golpes precisos, devolviendo bolas inverosímiles una y otra vez

COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO DE CLASE

- El docente explica de tal modo que atrae poderosamente la atención de los alumnos que escuchan extasiados.

COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO DE CASA

- La ama de casa realiza una limpieza que hace sentir mayor comodidad a todos los que habitan la casa

COMPETENCIAS EN RELACIONES SOCIALES

- Es una persona agradable que en la mesa del lugar donde él come cada día hay más allegados

DA UNA DEFINICIÓN DE COMPETENCIA

Buscando una definición de competencia en internet

1. CUESTIONES Y PALABRAS PARA BUSCAR

- A. Busca opiniones o argumentos a favor o en contra del currículo por competencias ¿hay más a favor o en contra? ¿Qué suelen enfatizar los que están a favor? ¿Y los que están en contra?
- B. Busca alguna definición de competencia ¿Hay convergencia o divergencia? ¿Qué factores resaltan las que son más frecuentes?

2. PALABRAS Y FRASES CON MEJORES RESULTADOS

-
-

3. LINK A LAS MEJORES RESPUESTAS Y BREVE RESUMEN

-
-

4. SÍNTESIS DE RESULTADOS Y RESPUESTA A LAS CUESTIONES

-
-

¿Cómo llegaron a ser competentes?

Se trata de analizar que tuvieron que hacer (estudiar, entrenar, instruirse, resolver, indagar, manipular, etc.) para ser competentes. Especificar los escenarios por cuya interacción el sujeto se hizo competente y sus motivaciones para insistir en el aprendizaje

EL TENISTA Nº1 DEL MUNDO

UN COCINERO DE PRESTIGIO

EL PROFESOR RECONOCIDO POR SUS ALUMNOS

EL FONTANERO HABILIDOSO

REFLEXIONA SOBRE CÓMO SE PUEDE FOMENTAR LAS COMPETENCIAS EN CLASE

Concretar objetivos para fomentar competencias

Se trata de seguir las instrucciones contenidas al final del texto de lectura en el apartado “fundamentos” para concretar un objetivo que pretenda fomentar competencias

LISTA DE OBJETIVOS CONCEPTUALES (QUÉ SE ESPERA QUE EL ALUMNO SEPA, CONOZCA, COMPRENDA, O TOME CONCIENCIA)
VERBOS USUALES: CITAR, CONTAR, DESCRIBIR, ENUMERAR, IDENTIFICAR, RECONOCER, DIFERENCIAR, COMPRENDER ...

LISTA DE OBJETIVOS PROCEDIMENTALES (QUÉ HÁBITOS, DESTREZAS, HABILIDADES, O ACCIONES SE VA A PROMOVER)
VERBOS USUALES: APLICAR, CLASIFICAR, CONSTRUIR, DIBUJAR, ESCOGER, ILUSTRAR, MANIPULAR, RESOLVER ...

LISTA DE OBJETIVOS ACTITUDINALES (VALORES INCLINACIONES O INTENCIONES DESEABLES DE FOMENTAR)
VERBOS USUALES: VALORAR, CRITICAR, ESTIMAR, EVALUAR, REPUDIAR, DESESTIMAR, ACEPTAR, RECHAZAR ...

LISTA DE OBJETOS Y MATERIALES A USAR EN LA FICHA DE ACTIVIDADES.
POR EJEMPLO: LÁMINAS, TARJETAS, MATERIALES ESCOLARES, RECURSOS EXTERNOS, ETC.

FORMULAR UNO O VARIOS OBJETIVOS PARA FOMENTAR COMPETENCIAS

Habilidad general para ser competente

Se trata de probar de qué factores depende la flexibilidad de las varillas. Para ello se dispone de 10 varillas de distinto material, grosor, sección y longitud. Un soporte permite anclar uno de los extremos de la varilla y probar el grado de flexibilidad colocando al otro extremo una serie de pesos

VARILLAS USADAS EN EL EXPERIMENTO



PREGUNTA 1

Hacemos en primer lugar 2 experimentos: a) cogemos las varillas A,y G y colocamos un peso de 100g en cada una, observando que G se dobla más que A. b) tomando G y C vemos que C se dobla más que G.

Combinando los dos experimentos anteriores se puede decir que de las tres varillas la C es la más flexible:
 A) No, ya que habría que hacer otros experimentos
 B) Es imposible saberlo
 C) Sí, combinando el experimento 1 con el 2 se ve claro

PREGUNTA 2

¿Cuál muestra claramente que la mayor o menor longitud influya en la flexibilidad de las varillas?
 A) Habría que hacer más experimentos
 B) El experimento 1, ya que las longitudes son iguales
 C) El experimento 2, donde los grosores son iguales

PREGUNTA 3:

Se flexionan igual G e I al ponerle a cada una un peso de 200g

¿Deja claro este experimento qué factor influye más en la flexibilidad?
 A) No, ya que sólo se mantiene fijo el material
 B) Sí, las varillas cortas y finas son más flexibles que las largas y gruesas
 C) Sí, las varillas gruesas son las menos flexibles

PREGUNTA 4:

¿Por qué I baja tanto como G siendo tan distintas?
 A) Las dos son del mismo material y son las dos redondas
 B) Aunque I es más gruesa también es más larga
 C) Haciendo el experimento realmente no se doblarían igual

PREGUNTA 5:

Se observa que G con un peso de 100g se dobla más que A con 200g y C con 200g se dobla más que A con 100g. ¿qué muestra mejor el efecto del grosor?:
 A) Los dos son buenos para ver el efecto del grosor
 B) El que usa A y C, una es larga y la otra es corta
 C) El que usa Ay G, ya que tienen la misma longitud

PREGUNTA 6:

Queremos saber qué es más flexible, el plástico o la madera, ¿qué pares de varillas habría que coger para mostrar esto?
 A) BG y EG
 B) AE y DI
 C) CH y BG

REFLEXIONA SOBRE ESTE TIPO DE PRUEBA

¿Cómo se puede “enseñar” al alumno?

FUNDAMENTOS

Habría que ser más realistas diseñando listas de metas educativas. No basta con que las intenciones de éstas y su utilidad sean loables, también es necesario contar con la disposición y nivel cognitivo del alumnado si se quiere lograr los objetivos propuestos. Por ejemplo, se indica que el alumno *aprenda a hacer ciencia* aun cuando se sabe de la gran dificultad y las condiciones especiales de enseñanza para adquirir contenidos procedimentales (Lawson, 1993; Pozo & Pérez Echeverría, 2009; Roth, 1990; Shayer & Adey, 1993) o que *pensar con o sobre ciencia* cuando se sabe que esto supone activar ciertos procesos metacognitivos que requieren construcciones cognitivas superiores a las de operaciones formales (Flores Ochoa, 2000; Karmiloff-Smith & Elsabbagh, 2006; Organista Díaz, 2005). Es paradójico que se proponga facilitar el aprendizaje de conceptos usando procedimientos propios de los científicos cuando lo más difícil es aprender estos procedimientos. Quienes proponen metas para la educación científica deberían considerar más las dificultades de aprendizaje del alumno.

Así pues, para que termine siendo útil al alumno lo que se le enseña es importante tener en cuenta qué es lo que es capaz de aprender. En consecuencia, las metas educativas deben establecerse considerando criterios socio-culturales y disciplinares, pero también, considerando las ideas previas del aprendiz, su nivel cognitivo y su modo de aprender (Jiménez-Aleixandre & Sanmartí, 1997).

Dos tendencias curriculares

Si se entiende la enseñanza de las ciencias como un esfuerzo para acercar el conocimiento de ciencias al que posee el alumno, se puede precisar varios tipos de enseñanza según el peso que se dé a cada conocimiento:

Prioridad al conocimiento disciplinar. El conocimiento académico se diseña simplificándolo según el nivel académico donde se vaya a impartir. Los criterios de simplificación se toman del mismo conocimiento disciplinar, pero procurando mantener o respetar la formalidad que posee dicho conocimiento. La principal meta educativa es lograr que el alumno vaya superando los diferentes niveles académicos con la finalidad de encaminarlo a la continuidad de sus estudios (Perrenoud, 2012). Este modelo es el que normalmente se ha usado y se sigue usando en las clases disciplinares. Las tres características básicas de esta tendencia curricular son: (a) predominio del criterio disciplinar para la toma de decisiones didácticas, de enseñanza y evaluación, (b) énfasis de los contenidos conceptuales como los ideales para ser enseñados al alumno y (c) la relación del docente con el alumnado es más bien unidireccional: el profesor explica y el alumno atiende y toma nota.

Prioridad al conocimiento del alumno. El conocimiento académico se diseña a fin de enriquecer el conocimiento del alumno. Se trata de ayudarlo a superar sus limitaciones cognitivas. Así, si su conocimiento es egocéntrico y subjetivo, se trata de

hacerlo progresivamente más compartido, objetivo y racional; si es demasiado local, se busca desarrollarlo para, por ejemplo, ser capaz de asimilar escalas espaciales y temporales cada vez más amplias, si es excesivamente global, se intenta hacerlo más segmentado y analítico, si no tiene muchas capacidades para procesar información o actuar sobre el medio, se trataría de desarrollar su capacidad de razonamiento y otras habilidades procedimentales tanto intelectivas como manuales. Por ejemplo, en el área del conocimiento científico sería necesario introducirlo como instrumento y método para ampliar, profundizar, enriquecer y objetivar progresivamente la experiencia personal. La ciencia no se enseñaría por su valor intrínseco sino porque es un referente útil que permite un desarrollo cognitivo integral del alumno hacia un conocimiento mejor adaptado a su medio tanto para comprenderlo como para actuar en y sobre él. Por ejemplo, cualquier alumno ya con una cierta edad sabría orientarse en una ciudad desconocida, pues activaría capacidades como leer un plano, saber en qué parte de él se encuentra y por otro lado, conocimientos como: concepto de escala, señaléticas geográficas, etc. (Perrenoud, 2000).

Esta tendencia curricular se caracteriza por: (a) dar prioridad al conocimiento del aprendiz sobre los conocimientos de ciencias, (b) buscar la educación integral del individuo enseñando contenidos procedimentales y actitudinales aglutinada con los conceptuales y (c) desplegar una comunicación interactiva entre docente y alumnado donde se procura un aprendizaje activo.

El currículo por competencias se acerca más a las tendencias educativas que dan prioridad al conocimiento del alumnado sobre los contenidos de enseñanza.

El currículo por competencias

El currículo basado en competencias viene a responder principalmente a las actuales demandas socio-económicas, así como en otro tiempo la revolución industrial requirió pericias y conocimientos para el manejo de las máquinas. Ahora se requiere sobre todo capacidad de decisión, autonomía, flexibilidad ante demandas cambiantes, trabajo en equipo, etc. Las nuevas tendencias curriculares se centran en la formación y evaluación de competencias, tanto genéricas, entendidas como las que se han de poseer sean cuales sean los papeles que se desempeñen en la vida social y económica, como específicas, que permiten desempeñar idóneamente dichos papeles (Delors, 1996; Morín, 2001; OCDE, 2009). En las últimas décadas, las políticas educativas en un buen número de países han girado en torno al concepto de formación con base en competencias, en el marco de la reflexión de cómo mejorar la calidad de la educación (Tobón, 2006). Se busca con ello superar las metodologías didácticas orientadas a la acumulación y repetición mecánica de información, para privilegiar el saber hacer, la resolución de problemas nuevos con sentido para los estudiantes o fomentar actitudes de valor para la convivencia ciudadana (Lenzi, Borci, & Tau, 2010).

El currículo basado en competencias está entroncado con tendencias curriculares que poseen bastante tradición en educación (Perrenoud, 2000). Todas ellas enfatizan la necesidad de aflojar la tensión que supone aprender los contenidos con el rigor y la formalidad de la lógica disciplinar y aumentar la atención en el aprendizaje y, en especial,

en sus capacidades y limitaciones cognitivas, afectivas y en sus dificultades de aprendizaje, buscando más la educación integral del alumno que el supuesto beneficio de aprender los contenidos académicos con todo su rigor disciplinar. A modo de ejemplo, revisemos algunas tendencias curriculares anteriores y en línea al currículo por competencias:

- Inspirados en mayor o menor grado en la teoría de Piaget, se desarrollan en la década de los 60 y 70 bastantes proyectos de educación primaria, entre los que se encontraban Science Curriculum Improvement Study (SCIS), del Lawrence Hall of Science, Berkeley; en Gran Bretaña, Schools Council Science 5-13 y la Nuffield Foundation Mathematics 5-13; en Australia, la Australian Science Education Project (ASEP) o el proyecto CASE (Bliss, 1995). Estos currículos tienen en común un énfasis en los contenidos procedimentales sobre los específicos de ciencias, en un intento de potenciar en el aprendiz un pensamiento hipotético - deductivo por encima de la adquisición, con cierta sistemática disciplinar, de los conceptos de ciencias.
- La ley orgánica general del sistema educativo español (MEC, 1993) es también un currículo centrado en el aprendiz donde “el medio no sólo se puede “conocer”, también se “está afectado por” y se “obra sobre”: el medio se conoce en la medida en que uno interacciona con él y, no menos, en la medida en que se actúa sobre él, intentando modificarlo”. Continuamente se pone el acento en una enseñanza que permita enriquecer el conocimiento del alumno más que forzarlo para adquirir la formalidad de los conceptos de ciencias.
- El proyecto *Enseñanza para la comprensión* (Blythe, 1999; Wiske, 1999) desarrollado entre 1988 hasta 1995 por los investigadores de la Escuela de Graduados de Educación de Harvard en colaboración con dos decenas de docentes de escuelas cercanas. Entendiendo por “comprender”, “la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe”, “la capacidad e inclinación a usar lo que uno sabe cuando actúa en el mundo”, en el curso del proyecto se identificaron y refinaron prácticas pedagógicas que desarrollan y a la vez manifiestan los “desempeños comprensivos”, que claramente pueden describirse como competencias.

No obstante, la propuesta de enseñanza por competencias ofrece novedades respecto a las anteriores tendencias curriculares con las que está entroncada. En efecto, ahora el énfasis se pone en la lista de actuaciones competentes que debería tener el aprendiz tras sus estudios, de modo que una vez establecida, todo el esfuerzo se centra en desarrollar una enseñanza que permita al alumno lograr dichas competencias. Desarrollar este tipo de enseñanza no es nada fácil pues requiere del docente una formación, que no es la que actualmente recibe, para desempeñar una docencia exigente que permita al aprendiz convertir los contenidos procedimentales y específicos en conocimiento útil para ser aplicado en contextos prácticos (Escudero, 2009; Lenzi et al., 2010; Uribe, Quintero, & Rodríguez, 2006). Esta ha sido una de las razones por la que la implementación del currículo por competencias en la vida cotidiana de las aulas ha sido muy débil (Gimeno, 2009).

Por este énfasis en los resultados, unos han querido ver en el currículo por competencia una clara carga ideológica conservadora argumentando, entre otras

razones, sobre la supuesta pretensión de crear mano de obra cualificada y competente para atender las necesidades sociales y económicas actuales (Bustamante, 2004; Gimeno, 2009); otros, sin embargo más bien han percibido lo contrario al caer en la cuenta del regalo democrático que supone repartir con igualdad los valores y saberes mínimos que contiene una enseñanza singular orientadas a fomentar competencias (Perrenoud, 2012). No habría que perder mucho tiempo en este discurso politizado que parece crear más problemas que soluciones en la búsqueda de una enseñanza efectiva, cuando el principal benefactor del currículo por competencias es el alumno que, una vez apropiado del nuevo conocimiento, podrá gestionarlo ya sea en contextos de decisión ciudadana o en contextos profesionales en provecho propio y/o social, lo que resultaría imposible desde la incompetencia.

Un modelo para el actuar competente

No debe ser sencillo definir “*competencia*” cuando una búsqueda rutinaria en internet manifiesta bastante dispersión, la misma que se percibe en la literatura (Tobón, 2006), Extrayendo una muestra representativa de definiciones, encontramos algunas, tales como:

- Características subyacentes de las personas que indican formas de comportarse o pensar, generalizables de una situación a otra y que manifiestan estabilidad.
- Conjuntos de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas que posee una persona, que le permiten realizar con éxito una actividad.
- Capacidad de poner en práctica, de forma integrada, conocimientos, aptitudes y rasgos de personalidad que permiten resolver situaciones diversas.
- Conjunto de conocimientos que al ser utilizados mediante habilidades de pensamiento en distintas situaciones, generan diferentes destrezas en la resolución de problemas

Se observa que existen dos grandes grupos de definiciones, las que aluden a características del sujeto y las que enfatizan la capacidad o habilidad para poner en práctica el conocimiento del sujeto, mientras algunas aglutinan ambas tendencias en mayor o menor proporción. También se puede deducir que la competencia:

- **No se refiere a algo potencial.** Usualmente se manifiesta en un contexto práctico concreto de forma reiterada. Las cualidades internas del sujeto son necesarias pero no suficientes. Es una cuestión de grados.
- **No es una cualidad intrínseca al sujeto,** pues es relativa al tipo de demanda externa concreta. Se puede ser muy competente en un ámbito y poco en otro. No se es competente en todos los ámbitos.
- **No tiene carácter absoluto.** Se es competente solo si el resultado del actuar competente está reconocido socialmente. La competencia es relativa a las normas, escalas de valor o ideología de una sociedad.
- **No es algo efímero.** Muestra un notable grado de estabilidad: es repetible ante variaciones del contexto, generalizable a contextos similares, y ante lo nuevo, se suelen dar respuestas adecuadas.

Al definir “*competencia*” es usual aludir de alguna manera a la acción exitosa, adecuada o efectiva de una persona para desarrollar una actividad en un ámbito concreto. Éste puede ser deportivo, técnico, docente, artístico, etc., etc. Cuando el término se refiere al ámbito de ciencias, o a su enseñanza en entornos académicos, entonces se habla de “*competencias científicas*”. Pero no es sencillo definir “*competencia*”: basta considerar la gran diversidad de definiciones en Internet y en la literatura (Tobón, 2006). Y es que las dudas aparecen apenas se quiere profundizar en cualquier significante de la definición, por ejemplo, cuando se quiere precisar cómo se evalúa la “*acción exitosa, adecuada o efectiva*”.

Para profundizar más en la noción de competencia, es preciso diferenciar formalmente dos planos: el *plano externo al sujeto* definido por el contexto práctico y específico donde se da la demanda que exige una respuesta del sujeto, y el plano definido por el *interior del sujeto* donde están ubicadas sus características biológicas, cognitivas y afectivas y desde donde aflora el “actuar competente”. Véase más detalles sobre estos dos planos:

- ***Plano externo al sujeto.*** No se es competente para todos los ámbitos. Se puede ser muy competente en un ámbito y poco en otro. La competencia no es una cualidad intrínseca al sujeto, pues es relativa al tipo de demanda externa concreta. Igual que cualquier ser vivo no puede ser competente ante la diversidad de nichos ecológicos donde se dan interacciones por la supervivencia, una persona no puede ser competente ante la diversidad de contextos prácticos donde se pueden manifestar competencias. Así pues, siempre existirá algún contexto práctico para el que una persona “*usualmente competente*” deje de serlo y ante el cual pudiera manifestarse como competente una persona que usualmente la sociedad lo considera “*incompetente*”. Del mismo modo que un excelente científico siempre encontrará nuevos problemas para los que no tenga respuesta o manifieste reacciones de ensayo y error propias del medio más cotidiano. La competencia es relativa al contexto de valores sociales donde se da el resultado de la acción competente. Se es competente solo si el resultado del «actuar competente» es reconocido socialmente.
- ***Plano ubicado en el interior del sujeto.*** La competencia no es algo potencial sino algo que usualmente se manifiesta en un contexto práctico concreto de forma reiterada. Las cualidades internas del sujeto son necesarias pero no suficientes. No se puede asignar a las características intrínsecas de una persona (biológicas, afectivas y cognitivas) un grado de competencia concreto, puesto que ésta se pone de manifiesto en situaciones específicas y ante una demanda concreta externa al sujeto, que le exige alcanzar determinados resultados valorados socialmente. En general, el sujeto puede poner de manifiesto su actuar competente porque es poseedor de unas determinadas características cognoscitivas (saberes y habilidades), afectivas (motivaciones, actitudes, rasgos de personalidad), psicomotrices (hábitos, destrezas) y físicas, que son las adecuadas ante una determinada demanda externa. La actuación competente requiere desde luego la presencia de estas características del sujeto pero éstas no son suficientes; sólo lo será cuando ofrezca de hecho los logros esperados, cuya consecución requiere también de recursos instrumentales y materiales adecuados.

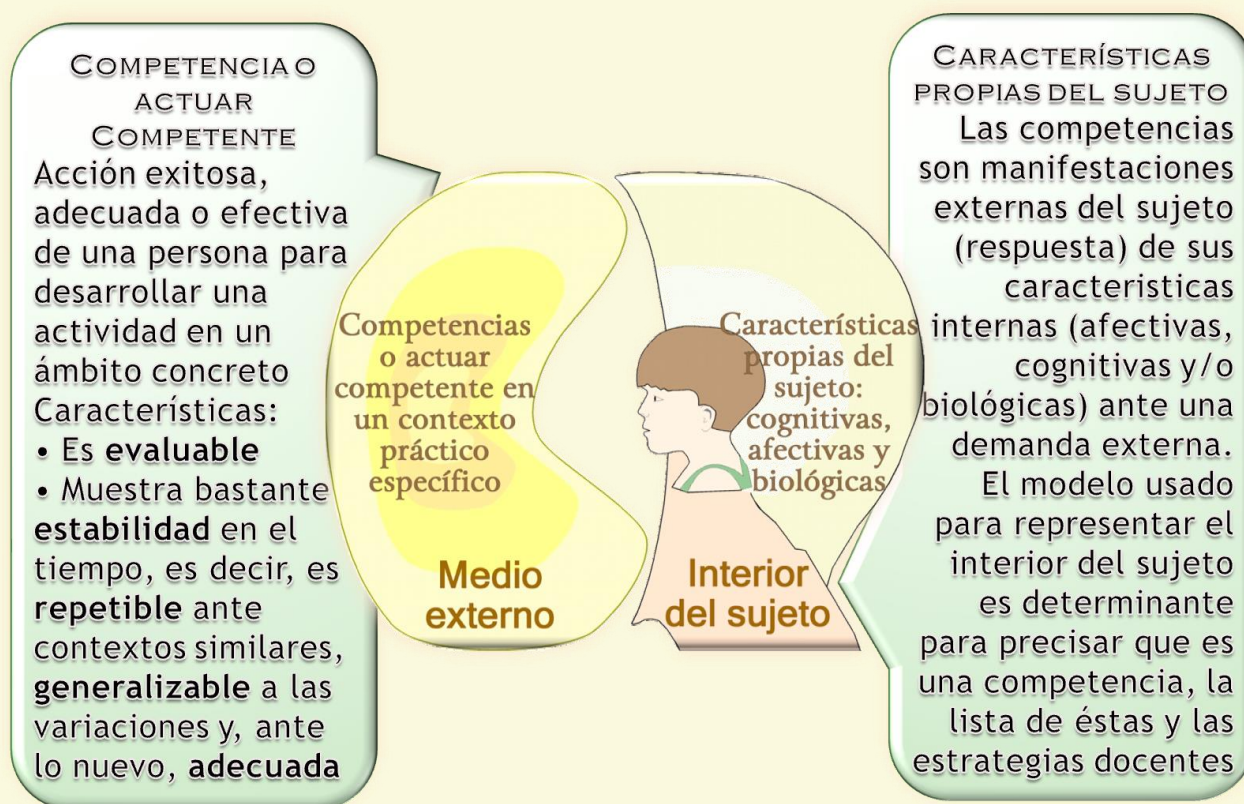
El plano donde se dan dichas características intrínsecas al sujeto no debería confundirse con el plano donde afloran sus competencias. Mientras éste se refiere a conductas y se puede evaluar, el otro es intrínseco al sujeto y, puesto que es inobservable, depende en buena medida del modelo o concepto que se tenga del sujeto. En este trabajo se mostrará que el modelo que se elija para representar el interior del sujeto es determinante para precisar que se entiende por competencia y cuál sería el modelo de enseñanza óptimo para fomentarla. También la relación causal que se pueda establecer entre ambos planos dependerá de esa conceptualización. Para precisar más aún la noción de competencia que aquí se manejará, se define un nuevo constructo denominado “*zona de interacción competente*” (ZiC):

- ZiC es un constructo que se ubica justo entre los planos “interior-exterior del sujeto”. Su utilidad más inmediata es ayudar a mantener en mente las diferencias entre ambos planos, a fin de no caer en las confusiones usuales que se dan al definir competencia. ZiC es coherente con las acotaciones realizadas más arriba sobre la definición de competencia. Así, diferimos con los que “ven” la competencia en el plano interior, el plano del conocimiento, pues esto llevaría a ver muy competente al sujeto con muchos conocimientos declarativos y con pocos recursos procedimentales; sin embargo, las competencias están ligadas, no tanto al conocimiento que se dice tener, sino al “conocimiento en acción”, el que posee suficiente carga procedimental para permitir actuar adecuadamente, desplegándose en contextos prácticos ante un problema y ofreciendo resultados (Pozo & Pérez Echeverría, 2009).
- ZiC enfatiza la importancia tanto de factores internos como externos al agente para que se dé el acto competente. ZiC es la zona donde es posible observar o evaluar el actuar competente. El resultado del actuar competente puede verse modificado sustancialmente, según los recursos instrumentales disponibles, la intencionalidad que anime la interacción, y lo que sería más importante, las personas presentes en dicha zona, pudiendo aparecer entonces *la sinergia al actuar en grupo*. Aunque el actuar competente del sujeto va a depender en última instancia de sus propias decisiones, no cabe duda que éste es sensible al contexto donde se ejecuta y, no solo porque se verá modificado por la presencia de los demás, sino porque el resultado de la acción dependerá de la participación y coordinación con los demás. En este sentido es pertinente, sobre todo en actividades sociales, considerar también el “*actuar competente colectivo*” donde los resultados no se pueden explicar únicamente por el actuar competente de cada sujeto sino por la coordinación, *sinergia* e implicación de los que desarrollan la tarea, que hacen actuar al grupo como una entidad orgánica de forma que la suma del actuar competente individual no explicaría dichos resultados (Gallego, 2000).

Algo que no puede pasar desapercibido es el carácter estable de la competencia: el sujeto que sabe ejecutarla, la mantiene en el tiempo a pesar de la diversidad de casuísticas que se pueden dar. Aunque se insiste en no confundir las características internas al sujeto con las competencias que pudieran derivarse, sí que es cierto que la estabilidad es una consecuencia del carácter permanente de las características biológicas, cognitivas y afectivas intrínsecas al agente. Una competencia se mantiene en el tiempo; así, el tenista la mantiene durante unos años y su puesto en el ranking

permite prever sus resultados; el buen docente es evaluado positivamente por sus alumnos año tras año. Esta capacidad de actuación se puede precisar con tres observables:

- **Repetición:** Ante situaciones semejantes la reconocida competencia del sujeto se ejecuta con resultados parecidos una y otra vez. Siguiendo con el ejemplo de nuestro tenista, siempre que le viene la bola a la derecha, siempre ejecuta el golpe con la misma pericia. Tomando un ejemplo de una competencia de un mayor componente cognitivo, el excelente abogado litigante percibe e implementa en cada nuevo caso la estrategia legal más adecuada.
- **Generalización:** Ante la diversidad de variaciones del contexto en el escenario donde se ubica la competencia, el sujeto que la posee sabe responder con resultado también exitoso, e incluso será capaz de afrontar desafíos cada vez mayores, llegando a mayores niveles de competencia.
- **Diferenciación:** Se refiere a la adecuación o acomodación de la competencia ante situaciones o circunstancias novedosas que aparecen inesperadamente en el escenario práctico donde se da el actuar competente del sujeto. Ante la circunstancia adversa que la bola cambie bruscamente su trayectoria al rozar la red cayendo al otro lado con un bote apagado, el tenista sabe poner en juego en un instante todo un despliegue de recursos físicos y técnicos para recoger la bola antes de dar dos botes en su campo.



No parece ser adecuado situar la competencia en el mismo plano del conocimiento, pues esto llevaría a ver muy competente al sujeto con muchos conocimientos declarativos y con pocos recursos procedimentales cuando no es así

(Uribe & Marín, 2012). La competencia es conveniente ligarla al “*conocimiento en acción*”, que es el que posee suficiente carga procedimental para permitir al sujeto actuar adecuadamente, desplegándose en contextos prácticos ante un problema y ofreciendo resultados (Pozo & Pérez Echeverría, 2009).

Aunque el actuar competente muestre bastante regularidad y estabilidad, no significa que en determinados casos pueda no darse en el sujeto competente. En casos excepcionales el problema puede aparecer con un nuevo factor que el sujeto no controla suficientemente. A veces, lo más adecuado para actuar competentemente es saber diferir u omitir. Por otra parte, los valores, normas e ideologías sociales que rigen el contexto específico donde se da el actuar competente determinan su evaluación. Ante una demanda similar de un contexto práctico concreto, lo usual es que se den diferentes grados de actuar competente ante la diversidad de sujetos. Este carácter relativo y gradual del actuar competente hace ver que la casuística es muy diversa (Perrenoud, 2012; Tobón, 2006). Como se puede ver la complejidad del constructo competencia es muy alta, y aquí sólo hemos trazado un bosquejo.

Contenidos específicos, generales y niveles de dificultad

Es usual que los estudios que han abordado el problema de la adquisición de competencias en el alumnado convergen en admitir que no basta centrarse en la enseñanza de los contenidos específicos disciplinares, sino que es preciso fomentar también aspectos generales de la cognición, como son los procedimientos ligados al contenido, procedimientos generales o afectos y actitudes (Lawson, 1993; Marín & Benarroch, 2001; Pozo & Pérez Echeverría, 2009; Shayer & Adey, 1993).

Los tipos de competencias son muy variadas y van desde un algoritmo (por ejemplo, la secuencia de pasos para encontrar la resultante por la regla del paralelogramo) o una técnica rutinaria (por ejemplo, las acciones mecánicas con conexiones e interruptores del voltímetro para medir diferencias de potencial), a una estrategia (por ejemplo, la necesaria para resolver un determinado tipo de problema). La diferencia entre las competencias simples y complejas se podría establecer por la *complejidad del conjunto de acciones* y por el *grado de deliberación y exigencia cognitiva* que precisa el alumno para alcanzar la meta (Niaz, 1991; Pascual-Leone, 1979; Pozo & Gómez Crespo, 1998; Uribe & Marín, 2012).

Contenidos específico y generales para fomentar competencias

En general, los estudios sobre competencias enfatizan la distinción entre conocimiento procedimental y conocimiento específico (Pozo & Pérez Echeverría, 2009). Trabajos que han tenido como objeto de atención la adquisición de *competencias*, convergen en admitir que no basta centrarse en la enseñanza de los contenidos específicos, es preciso también fomentar aspectos generales de la cognición, principalmente ligados a lo procedimental, al grado de abstracción de los contenidos o a los procesos metacognitivos (Lawson, 1993; Mayer, 1986; Pozo & Pérez Echeverría, 2009; Shayer & Adey, 1993):

Sobre adquisición de contenidos específicos de enseñanza: no basta con que sean memorizados o comprendidos por el aprendiz, sino que es necesario que sean integrados

en los conocimientos previos del alumno y sean dotados de una buena carga procedimental para garantizar su transferencia (Pozo & Gómez Crespo, 1998), usualmente al futuro entorno profesional. Es preciso ir más allá del conocimiento plano que supone la adquisición conceptual de un contenido a través de sus significantes, con una enseñanza donde lo conceptual y lo procedimental se den de forma simultánea a fin de que el alumno trabaje la parte extensional de los conceptos (referentes concretos) y la parte procedimental que liga los conceptos con sus referentes más concretos y prácticos. Atender a la diversidad de referentes de los conceptos requiere mayor tiempo de aprendizaje. Conviene tener en cuenta que el significado que puede asignar el aprendiz a un determinado concepto no es cuestión de todo o nada sino de grados (Pozo, 1996): de cualquier contenido específico siempre es posible aprender algo más, tanto a nivel declarativo (relación con otros conceptos) como procedimental (vínculos de los conceptos con sus referentes concretos normalmente a través de la acción o con otros conceptos). Para ello, es necesario realizar una buena gestión en la entrega de los contenidos específicos como por ejemplo, la parcialización de éste en subcontenidos de tal manera de extraer de ellos la mayor cantidad de actividades procedimentales posibles.

TRABAJOS SOBRE COMPETENCIAS DE CIENCIAS MUESTRAN QUE SU FOMENTO REQUIEREN DOS TIPOS DE ADQUISICIONES:		
ESPECÍFICAS		PROCEDIMENTALES
Ir más allá de memorizar significantes, intentando integrar los contenidos en los esquemas cognitivos del aprendiz, vinculándolos con otros contenidos y, si es posible, con referentes concretos	ADQUISICIÓN	Clasificar, comparar, medir, inducir, controlar variables, verificar, formular hipótesis, etc., son procedimientos cognitivos necesarios para usar los conceptos específicos de forma flexible, controlada y adecuada al contexto práctico
El tipo de enseñanza que facilitaría la adquisición de contenidos específicos, procedimentales y su interrelación depende en buena medida de la visión o modelo que se tenga del aprendiz.		

Sobre adquisición de contenidos procedimentales. Además de los procedimientos que se deben desplegar con los contenidos específicos académicos, sería preciso dedicar tiempo de enseñanza para desarrollar en el sujeto determinados contenidos procedimentales cuya adquisición le aporte al aprendiz herramientas cognitivas necesarias para reflexionar, controlar y ejecutar mejor su conocimiento (metacognición) (Pozo, 2003), para mejorar sus interacciones con el medio usando procedimientos hipotético-deductivos (Piaget, 1977a), para procesar la información de un modo más eficiente (Pascual-Leone, 1983). Si enseñar contenidos específicos, en general, es difícil (Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006), la adquisición de los procedimentales es aún más y, consecuentemente, las estrategias de enseñanza son más exigentes pues deben de mantenerse coherentemente en plazos de tiempos largos y aplicadas en una

diversidad amplia de contenidos específicos (Marín, 2005). En el proceso de enseñanza de los contenidos procedimentales hay que distinguir dos clases: a) *específicos* ligados a los contenidos objeto de enseñanza cuya competencia se quiere fomentar y b) *generales* puesto que se muestran transversales a la diversidad de contenidos específicos.

- Los primeros son fundamentales para fomentar competencias pues se requiere ir más allá del conocimiento plano que supone la adquisición conceptual de un contenido a través de sus significantes. En efecto, los conceptos que conforman un contenido académico poseen una componente declarativa (definición) y otra procedimental que está ligada a su parte extensional (referentes concretos y prácticos del concepto) lo cual requiere mayor tiempo de aprendizaje. Conviene recordar que el significado que puede asignar el aprendiz a un determinado concepto no es cuestión de todo o nada sino de grados (Oliva, 1999; Pozo, 1996), pues para cualquier contenido específico siempre es posible aprender algo más, tanto a nivel declarativo (relación con otros conceptos) como procedimental (vínculos de los conceptos con sus referentes concretos normalmente a través de la acción o con otros conceptos).
- Los segundos, los de carácter general, no son específicos de un contenido particular, pero son tan importantes como los anteriores para fomentar competencias pues su adquisición le aporta al aprendiz herramientas cognitivas necesarias para reflexionar, controlar y ejecutar mejor su conocimiento (metacognición) (Karmiloff-Smith, 1994; Piaget, 1976; Pozo, 2003), para mejorar sus interacciones con el medio usando procedimientos hipotético-deductivos (Piaget, 1977a), para procesar la información de un modo más eficiente (Case, 1983; Pascual-Leone, 1983; Rumelhart & Ortony, 1982).

Lo anterior ofrece un panorama más real del escenario donde se desea fomentar las competencias, mostrando no solo que los distintos aprendizajes que requiere el actuar competente supone un mayor esfuerzo que la enseñanza convencional sino que sería pertinente saber privilegiar ciertas competencias sobre otras, lo que conlleva una importante reducción de contenidos objeto de enseñanza (Perrenoud, 2008).

Obsérvese que las condiciones de enseñanza para fomentar *competencias* son semejantes a las que se deben plantear en la enseñanza de los contenidos procedimentales, la resolución de problemas y en los intentos de “aprender a pensar” del alumno, dado que requieren potenciar los mismos constructos mentales o la creación de nuevas estructuras mentales que no posee el alumno (Uribe & Marín, 2012).

Niveles de dificultad para fomentar competencias

Hay niveles de dificultad en el desarrollo del actuar competente según el tipo de procedimientos cognitivos que precisen para usar conceptos específicos de forma flexible, controlada y adecuada al contexto práctico donde se formula una demanda o un problema a resolver. Tomando como criterio “*nivel de exigencias cognitivas implicadas para dar una respuesta competente*” (Marín & Benarroch, 2001; Marín, 1997), se ejemplifica para el ámbito de las ciencias, diferentes niveles ordenados jerárquicamente:

Nivel 1. Competencias manipulativas, psicomotrices y rutinarias. Son secuencias de acciones mecánicas orientadas a la consecución de un logro donde la relación causal entre la causa y el efecto es sencilla y lineal. Usualmente, las acciones son aplicadas sobre objetos o instrumentos físicos con la intención de indagar sobre un efecto, una relación causal, un mejor aprovechamiento de la herramienta, etc. Este tipo de competencias se pueden adquirir por la ejecución práctica y la reiteración de un conjunto de acciones mentales o manuales. La estructura de dichos procedimientos, sencillos y lineales, pueden ser simulados mediante ordenador; quizá por esta razón, dichas rutinas han sido objeto de reiterado estudio por parte de los psicólogos del procesamiento de la información (Pozo, 2003). No se requieren operaciones mentales condicionadas a varios factores de mayor o menos complejidad. Tampoco realizar construcciones declarativas *in situ*. La demanda y la resolución requieren del uso procedimental e implícito de uno o varios esquemas específicos de conocimiento.

En sentido estricto, en el ámbito de las ciencias no existirían los procedimientos rutinarios aislados puesto que las acciones instrumentales individuales se orquestan y toman sentido en el seno de proyectos de investigación que, además, siempre operan sobre entidades físicas que dificultan la posible simulación mediante un ordenador. No obstante, desde un punto de vista formal, los procedimientos rutinarios son los más elementales, por lo que pueden servir de referente básico para otros que se van a definir posteriormente.

Algunos procedimientos rutinarios son:

- *Algoritmos.* Son operaciones mecánicas sobre entidades simbólicas. Los algoritmos más representativos son los cálculos rutinarios sobre símbolos matemáticos, la regla del paralelogramo para sumar y restar gráficamente vectores, los ajuste de reacciones redox, etc.
- *Técnicas.* Se refieren al conjunto de acciones secuenciadas para conseguir con eficacia un objetivo (representar gráficamente, construir material didáctico, preparar material de laboratorio, etc.). Por ejemplo, en el laboratorio se pueden realizar gráficas (tiempo, temperatura) de los cambios de estado del agua.
- *Habilidades instrumentales.* Conjunto de acciones para el buen uso de un instrumento, normalmente de los utilizados en el laboratorio (nonius, balanza, cronómetro, termómetro, voltímetro, etc.) para las disciplinas de ciencias.

Nivel 2. Competencias donde se involucran operaciones concretas. Suponen operaciones de carácter inductivo que se ejercen sobre objetos, datos y situaciones concretas, de modo que, dado un criterio de orden permite una buena coordinación entre la comprensión y la extensión de un conjunto de objetos o propiedades de estos, una seriación de objetos según una propiedad o una correspondencia entre subconjuntos de objetos según una determinada similitud o diferencia. Tales operaciones son descritas mediante constructos y procesos psicológicos que caracterizan el marco general del nivel cognitivo de operaciones concretas (Piaget, 1977b). Estas competencias se distinguen de las rutinarias porque conllevan toma de decisiones y deliberaciones por parte del sujeto y su aplicación sobre el contenido de una tarea lleva cierto tiempo (Piaget, 1977a). La desaparición del egocentrismo preoperacional,

repercute positivamente en la elaboración de trabajos colaborativos por lo que aparecen también otras competencias ligadas a este tipo de actividad.

Algunos procedimientos concretos son:

- *Anticipar* un hecho concreto a partir de las regularidades o direcciones observadas en un fenómeno con procedimientos inductivos.
- *Ordenar datos experimentales* en función de unas exigencias dadas. Dicho orden se puede establecer mediante comparación, clasificación, seriación o estableciendo correspondencias sencillas.
- *Medir variables* estableciendo correspondencias o usando una referencia estándar para comparar.
- *Generalizar a partir de datos concretos* mediante inferencias inductivas.
- *Conservar el factor relevante de un problema*, situación o fenómeno cuando se modifican aspectos perceptivos del mismo sin relevancia para el resultado.

Para poder mantener que estos procedimientos son más fáciles de adquirir que los del grupo siguiente es importante precisar que el factor, la variable o el concepto puesto en juego para estructurarlos operatoriamente debe estar ligado con propiedades o características de los objetos asimilables a los esquemas de conocimiento propios del nivel de operaciones concretas (Piaget, 1977a). Por esta vía, el sujeto construye conceptos por *aprehensión* capturados directamente de estímulos sensoriales (azul, frío, hambre, sed, etc.) o conceptos *descriptivos* cuyo significado deriva de la interacción directa con el mundo exterior (silla, mesa, encima, debajo, etc.); ambos tipos de conceptos permiten al sujeto ordenar y describir la experiencia directa (Lawson, 1994).

Nivel 3. Competencias donde se involucran operaciones formales. Suponen operaciones en las que subyace una lógica hipotético-deductiva o proposicional (control de variables, búsqueda de variables significativas de un problema bien establecido, estrategias hipotético-deductivas para buscar una solución, etc.). Tales operaciones fueron caracterizadas psicológicamente por Piaget (1977b) y mostró que su adquisición, en general, conlleva un nivel de dificultad superior a los procedimientos del nivel de operaciones concretas. Por esta razón usó los procedimientos formales para caracterizar un nivel cognitivo supuestamente superior: el de operaciones formales. Modelización o esquematización del contexto problemático a través de propiedades y variables similares a las formalizadas por la ciencia.

Algunos procedimientos implicados en las competencias formales son los siguientes (Inhelder & Piaget, 1972; Shayer & Adey, 1984):

- Realizar previsiones o hipótesis utilizando el razonamiento proporcional.
- Realizar previsiones o hipótesis bajo el principio de acción y reacción o evaluar los cambios en términos de interacciones de sistemas.
- Coordinar varios sistemas de referencia para ser capaz de transformar las variables de un sistema en función de otro donde se encuentra el observador.

- Diferenciar formalmente las variables relevantes que intervienen en un fenómeno, situación o problema dado.
- Formular hipótesis donde se relacionen las variables entre sí.
- Elaborar una estrategia experimental (material, método, dispositivo), dirigida a la verificación de una hipótesis.
- Elaborar modelos explicativos.

El uso de las operaciones formales en la argumentación permite al alumno realizar construcciones declarativas “in situ” coherentes. Así podrá argumentar coherentemente para defender una determinada posición, entrar en el juego de las refutaciones o realizar un informe sobre una actividad realizada, competencias de comunicación propias del ámbito científico.

Nivel 4. Competencias que conllevan procedimientos estratégicos. Son competencias del más alto nivel dado que se generan cuando se toma conciencia del grado de validez y utilidad que tienen los diferentes conocimientos para resolver problemas. Esta validez se asocia con el grado de confrontación que ha tenido un determinado conocimiento con la realidad que intenta describir. También aparecen en el proceso de búsqueda de soluciones a problemas auténticamente nuevos para el sujeto. Por esta razón, es frecuente que los tanteos en pos de una solución no respondan a una secuencia precisa de acciones mentales o sensomotrices y aparezcan combinados varios procedimientos formales, concretos y rutinarios, así como una diversidad de conocimientos específicos. Se podrían clasificar atendiendo al tipo de ayuda o instrucción que se le da al sujeto; así es posible distinguir:

- *Heurísticos o secuencia de procedimientos.* Son instrucciones genéricas sobre los pasos más adecuados a seguir, existiendo flexibilidad para acomodar el protocolo de procedimientos a las peculiaridades o resistencias de lo que se investiga. Un ejemplo puede ser las típicas secuencias que se proponen para la resolución de problemas por el alumno o la aplicación algorítmica del método científico (Coll, 1992; Polya, 1968).
- *Habilidades estratégicas.* Suponen capacidades para elegir la secuencia de procedimientos más adecuada y se desarrollan cuando el sujeto se ha enfrentado reiteradamente con el planteamiento y resolución de un problema. Serán las demandas parciales que se van encontrando en la búsqueda de la solución, las que “presionen cognitivamente” al sujeto a aplicar uno y otro procedimiento de los expuestos anteriormente. Esto que es usual en el entorno cotidiano, no es tan frecuente como sería deseable en el contexto escolar.
- *Procedimientos metacognitivos.* Son mecanismos inherentes a los procedimientos estratégicos dado que éstos suponen un esfuerzo cognitivo que puede llevar al sujeto a ir tomando conciencia de los procedimientos que usa para encontrar la solución (Piaget, 1978b). Esto no sólo le va a permitir tener un mayor control en la aplicación de los procedimientos que han ido explicitando (Karmiloff-Smith, 1994) sino que puede transferir los procedimientos estratégicos usados en una tarea a otras diferentes.

En este nivel persiste una actitud madura para afrontar los conflictos como algo que forma parte de la interacción social y natural, para preverlos al estar formando parte de hechos posibles o tomar medidas consecuentemente.

Conclusiones

Los niveles de competencias así propuestos, al estar jerarquizados por el grado de exigencia cognitiva, pueden ser útiles para adecuar los objetivos de enseñanza y su evaluación al nivel cognitivo del alumno:

1. *Formular una competencia como objetivo de enseñanza.* En el contexto del currículo por competencias, definidas estas como “*acciones exitosas o adecuadas que surgen de las capacidades del sujeto*” habría que considerar tres aspectos del sujeto: biológico, cognitivo y afectivo. A la vez, sería significativo diferenciar en lo cognitivo la parte procedimental y la conceptual. Para la componente conceptual del objetivo, los verbos usuales son citar, contar, describir, enumerar, identificar, reconocer, diferenciar, comprender, etc. Para la parte procedimental (hábitos, destrezas, habilidades, o acciones a promover), son verbos usuales: aplicar, clasificar, construir, dibujar, escoger, ilustrar, manipular, resolver, etc. En la parte actitudinal (valores inclinaciones o intenciones deseables de fomentar) los verbos usuales son: valorar, criticar, estimar, evaluar, repudiar, desestimar, aceptar, rechazar, etc. Puesto que las distintas partes deberían estar integradas, sería ideal trabarlas en un solo texto explicitando sus relaciones y secuenciación.

Por ejemplo, asociada al contenido *alimentación* para educación primaria, una primera competencia deseable sería la siguiente: Diferenciar alimentos naturales de los no naturales para comprender los efectos negativos en la salud de estos últimos por la cantidad y tipos de aditivos que suelen llevar, lo que ayudará al alumnado a inclinarse más por los naturales, llegando así a aumentar su ingestión en detrimento de los no naturales. Obsérvese la secuencia de la competencia formulada: primero se incide en conocer lo básico del contenido (*diferenciar alimentos naturales de los no naturales para comprender los efectos negativos para la salud de estos últimos por la cantidad y tipos de aditivos*). Si no se conocen los diferentes alimentos y dónde se encuentran los aditivos y sus efectos no es posible que surja cierta actitud favorable hacia la ingesta de naturales (*inclinarse más por los naturales*). Finalmente, logrado cierto conocimiento y actitud, es un buen momento para entrar en acción (*aumentar la ingesta de alimentos naturales en detrimento de los no naturales*).

2. *Evaluar la competencia.* Si como se mantiene, la competencia es conocimiento en acción cuyo resultado supone valor social, bien para el individuo o para un colectivo, el examen usual que se aplica enfatiza la adquisición conceptual, sea memorizando o comprendiendo, no está a la altura de los objetivos del currículo por competencias. En el currículo por competencias será necesario usar técnicas más acordes con el actuar competente. Para el ejemplo anterior, algo sencillo pero muy eficaz sería anotar en una tabla las porciones de lo que se ingiere durante varios días y, una vez finalizado el proceso de enseñanza, solicitar al alumnado hacer lo mismo pasadas varias semanas para ver los cambios experimentados. Se facilita la comparación si cada alumno recuenta su

ingesta clasificando por grupos alimentarios sus porciones (p.e. frutas, verduras, semillas, proteínas, conservas, sin nutrientes).

No todos los contenidos objeto de enseñanza dan las facilidades que ofrece, por ejemplo, el contenido “alimentación” para formular un objetivo encaminado a fomentar competencias y su evaluación. En general, los contenidos ligados a la salud, los que estimulan el desarrollo intelectual, los que mejoran la convivencia ciudadana, los que permiten una mejor comprensión y actuación sobre el medio natural o físico-químico, etc., etc., admiten objetivos y evaluación más cercana a la actitud del currículo por competencias. De cualquier modo, será preciso una revisión y reflexión sobre los contenidos clásicos para ser transformados en la dirección de que puedan ser convertidos en conocimiento y éste en acción útil (Perrenoud, 2012).

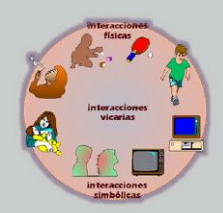
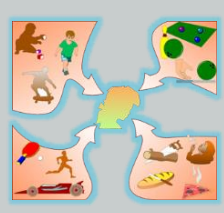
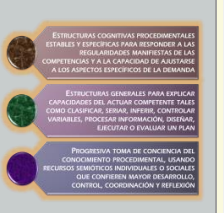
En este trabajo se ha puesto de relevancia la importancia que tienen los procedimientos específicos y generales para fomentar competencias, la misma que motivaron los currículos de ciencias de los años 60 y 70 gracias a la relevancia que tomaron las estructuras lógicas subyacentes del conocimiento del alumno (Inhelder & Piaget, 1972) que abrió una línea fructífera de trabajos sobre la fuerte implicación del conocimiento procedimental en el aprendizaje de ciencias (Inhelder, Sinclair, & Bovet, 1974; Lawson, 1994; Marín, 1994b; Niaz, 1991; Shayer & Adey, 1984).

La lista de competencias agrupada por niveles de dificultad, precisada con la información tomada al alumno sobre el contenido específico de enseñanza y estructurada también en niveles de dificultad asociados al nivel cognitivo del alumno, daría al docente de ciencias grandes posibilidades, para conocer los porcentajes de alumnos que se encuentran en cada nivel, usando cuestionarios estandarizados, realizando diseños de intervención más ajustados o secuenciación de contenidos objeto de enseñanza.

MÓDULO 2. TEXTURAS DEL CONOCIMIENTO QUE HAY DETRÁS DE LAS COMPETENCIAS

El currículo por competencias conlleva una propuesta de enseñanza donde los contenidos académicos sean adquiridos de tal modo que el aprendiz sepa convertirlos en acción que aporte valores al contexto social y cultural donde se aplica. Esta no es una tarea fácil para el docente al que ya no le vale “actuar como siempre”. Sobre todo requiere disponer de visiones del conocimiento que le permita entrever cómo es posible convertir el contenido de enseñanza en conocimiento y éste tenga la suficiente carga procedimental como para ser aplicado adecuadamente ante las demandas de un sector específico del medio.

SECUENCIACIÓN

Módulo 2. Texturas del conocimiento que hay detrás de las competencias					
Contenidos	    				
	2. Fuentes de adquisición de conocimiento: a) interacciones físicas (individuales) y semióticas (sociales)	4. Génesis del conocimiento procedimental implícito que hay detrás del actuar competente	6. La importancia de las adquisiciones por interacción social y cultural para fomentar competencias	7. Texturas del conocimiento: declarativo, procedimental, explícito, implícito. Relaciones	9. Una visión del conocimiento para responder a los problemas de fomentar competencias
Actividades	    				
	1. Revisión estructurada de aprendizajes necesarios para que surja el actuar competente	3. Interacción sensoriomotriz. Reflexiona sobre su importancia para fomentar competencias	5. Interacción social. Reflexiona sobre la importancia de la semiótica y la cultural para fomentar competencias	8. Calcula para los casos analizados de competencias, qué porcentaje hay de procedimental y cuanto de declarativo	10. Regularidades encontradas en la tabla "para ser competente ..." observando tipos de aprendizaje

ACTIVIDADES

Para ser competente ... es necesario aprender a:				
		Experiencia personal		Información verbal
		A. Predomina la experiencia personal	B. Importa por igual experiencia y lo verbal	C. Predomina la información verbal
Tiempo	Uno o varios días			
	Uno o varios meses			
	Uno o varios años			

Para rellenar la tabla, en primer lugar habría que elegir un ámbito concreto donde se desarrolla una o varias competencias, el cual explicitaremos en los puntos suspensivos (...) del título “*para ser competente ... es necesario aprender a:*”. A continuación se deberá leer los ejemplos de la tabla de abajo sobre aprendizajes que se dan en varios ámbitos concretos donde se pueden desarrollar competencias y se deberá leer los fundamentos vinculados a este segundo módulo (principalmente el segundo apartado) a fin de entender mejor el sentido con el que se rellena la tabla.

Ejemplos de aprendizajes básicos para ser competente en:					
Diferenciar los colores y formas geométricas	Diferenciar las características de los colores	Nombres de colores y figuras geométricas	Saber sopesar las raciones de alimentos	Cortar los alimentos en diferentes formas	Aprender las buenas y malas mezclas
Saber mezclar los colores y ser creativo en bocetos	Combinación de colores y degradación	Clasificación de obras de arte	Hacer tortas, postres y rosquillas	Aplicar las instrucciones de una receta	Conocer el aporte calórico y nutritivo en los alimentos
Realizar diseños de bocetos más complejos	Realizar bocetos estructurados	Llegar a ser un crítico de arte y escribir artículos	Crear nuevas combinaciones de alimentos	Saber preparar todo tipo de alimentos	Confeccionar un recetario novedoso
Pintura artística			Gastronomía		
Aplicar relaciones básicas de comparación “a ojo”	Comprender las propiedades de los números naturales	Recitar la tabla de multiplicar	Botar y atrapar el balón	Desplazarse con el balón driblando y lanzando	Conocer el reglamento de baloncesto
Reparto y divisiones de objetos o porciones simétricas	Usar la regla de tres para resolver asuntos cotidianos	Representar objetos mediante dibujo lineal	Perfeccionar la técnica personal con el ejercicio	Poner en práctica el reglamento	Conocer los diferentes sistemas de juego
Reparto y divisiones de objetos o porciones asimétricas	Cálculos de porcentajes de uso cotidiano	Comprender las propiedades de los números complejos	Anticiparse leyendo las intenciones de los jugadores	Puesta en práctica de diferentes sistemas de juego	Ser entrenador de un equipo de primera
Matemática			Baloncesto		

La importancia de las interacciones sensomotrices en la FC

1. ¿En qué tipo de competencias predomina las interacciones sensomotrices?

2. Lo que se aprende ¿requiere todo el mismo esfuerzo?

3. De lo aprendido ¿qué se olvida antes y qué después?

4. Todo lo que se aprende ¿se puede expresar con palabras?

¿Por qué son importantes las interacciones sensomotrices para fomentar competencias?

La importancia de las interacciones semióticas en la FC

1. ¿En qué tipo de competencias predomina la interacciones semiótica?

2. ¿En qué tipos de aprendizajes resulta imprescindible la interacción semiótica?

3. ¿En qué tipo de competencias colaboran interacciones semiótica y sensomotrices?

4. ¿Existen competencias donde solo hay aprendizajes por interacción semiótica?

¿Por qué son importantes las interacciones semióticas para fomentar competencias?

Estimando porcentajes sensomotriz-semiótico

Se trata de estimar para cuatro competencias en qué medida influyen las interacciones sensomotrices y las semióticas

COMPETENCIA 1

Describir la competencia y poner abajo porcentaje sensomotriz semiótico

--	--	--	--	--

COMPETENCIA 2

Describir la competencia y poner abajo porcentaje sensomotriz semiótico

--	--	--	--	--

COMPETENCIA 3

Describir la competencia y poner abajo porcentaje sensomotriz semiótico

--	--	--	--	--

COMPETENCIA 4

Describir la competencia y poner abajo porcentaje sensomotriz semiótico

--	--	--	--	--

CONCLUSIONES

A partir de los casos analizados, llegar a varias conclusiones en el rectángulo siguiente sobre la importancia de las interacciones sensomotrices y semióticas en la formación de competencias

--

Regularidades de la tabla "Para ser competente ..."

Se trata de comentar las regularidades encontradas en la tabla "para ser competente ..." observando los diferentes aprendizajes necesarios para lograr el actuar competente en un determinado ámbito

REGULARIDAD 1

En el logro de una competencia no aporta lo mismo la vía sensomotriz que la semiótica

--

REGULARIDAD 2

¿Qué contenidos o elementos cognitivos aportan estabilidad a la competencia?

--

REGULARIDAD 3

El conocimiento procedimental y declarativo ¿se puede expresar con recursos semióticos?

--

FUNDAMENTOS

Admitida la validez del currículo por competencias en el módulo 1, será importante mantener una visión del conocimiento que considere la amplia variedad de contextos prácticos donde se dan aprendizajes que llevan a forjar el actuar competente.

Nociones básicas sobre conocimiento y competencias

Fijar una lista de competencias, establecer objetivos o el modo de enseñar los contenidos, depende en buena medida, cómo se conceptualicen las relaciones entre conocimiento y competencia, (Uribe & Marín, 2012). Por ejemplo, no es lo mismo ver al sujeto como un “procesador simbólico” que como un “constructor de significados” (Marín, 2003b; Mayer, 1986; Pozo, 2003). Interesa en un primer momento tomar partido realizando algunas diferenciaciones importantes:

Distinción entre significativo y significado. Los *significantes* son herramientas semióticas que usa el sujeto socialmente para declarar o transmitir su conocimiento, para construir la versión declarativa del conocimiento (*saber decir*). Aunque es el más importante, no sólo existe el significativo verbal también son significantes los gestos de la cara, el ritmo y tono de voz, signos, símbolos, imágenes, gráficos, etc. (Martí & Pozo, 2000). Todo lo que llega a los sentidos desde el exterior son significantes carentes de significado. Los *significados* son las asignaciones que el sujeto asocia a los significantes a través de su conocimiento que no es igual al del emisor, si bien, suelen compartir un núcleo de significados suficiente como para entenderse (Marina, 1998). Así, por ejemplo, el significado del significativo “árbol” es todo el conjunto organizado de experiencias empíricas y simbólicas que ha llevado a cabo el sujeto con tal objeto. Mientras el significativo permanece constante, el significado cambia y se enriquece a lo largo del tiempo ya sea por experiencia personal, vicaria o por interacciones simbólicas.

Algunas visiones del conocimiento no establecen la clara distinción entre significado y significativo, bien porque carecen de recursos teóricos para explicar la génesis de las estructuras cognitivas que dan los significados (Delval, 1997) como ocurre en el marco de la analogía de la mente como procesador simbólico (Pozo, 2003), bien porque asumen que el concepto viaja o está subyacente en el espacio interpersonal llevando en su seno significativo y significado (Delval, 2002) o porque se percibe que las estructuras cognitivas, si están socialmente construidas, configuran un significado compartido sin la participación del sujeto.

Distinción entre lo declarativo, procedimental y actitudinal. Dichas nociones se han usado para describir diversas manifestaciones cognitivas del sujeto, para precisar tipos de contenidos u objetivos de enseñanza, para mostrar diferentes métodos para enseñar, etc. Puesto que se pretende aplicar estas nociones para ver las diferentes texturas del conocimiento, y serán en este plano donde se perfilen sus diferencias. En

general, la competencia surge al aplicar una amalgama de los tres conocimientos en la resolución de una demanda externa.

El conocimiento declarativo es todo lo que puede ser evocado por el sujeto a través de algún tipo de significante (signos, gestos, señales, dibujos, gráficos, verbales). Es el “*saber decir*”. Por ejemplo, recitar una poesía, dar una explicación. Para declarar un conocimiento se puede hacer con cualquier tipo de significante pero lo usual es que se haga a través de la semiótica socialmente compartida. *El conocimiento procedimental* se refiere al “*saber hacer*”. Es procedimental el conjunto de acciones externas e internas que puede realizar el sujeto, bien para regular y temporizar le como para procesar cognitivamente la información (Castorina & Carretero, 2012). Ejemplos: jugar al tenis, resolver un problema, realizar una experiencia, formular una hipótesis, hacer un trabajo manual. Buena parte del conocimiento procedimental se puede expresar declarativamente, pero también, buena parte de este conocimiento es implícito para el sujeto (Chi & Ohlsson, 2005). Finalmente, *el conocimiento actitudinal* hace referencia a las tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, persona, situación, idea, etc. (Sarabia, 1992). Dicho de otro modo, la actitud representa la posibilidad de manifestarse en una dirección determinada. En la formación de una actitud hacia un objeto interviene tanto la parte cognitiva del sujeto como su parte afectiva (Castilla del Pino, 2000).

Distinción entre lo lógico y lo psicológico. *Lo psicológico* se ubica en el interior inobservable del sujeto, en los procesos constructivos de la mente, en la imposibilidad de comparar los objetos del interior con los del exterior, en la diferente naturaleza del conocimiento y la información que llega a los sentidos, en el desfase permanente entre lo que ocurre dentro del sujeto y la intención del modelo que pretende representarlo. *Lo lógico* se da fuera del sujeto, en el espacio interpersonal donde el individuo interacciona con los demás usando primordialmente materiales semióticos de la cultura que profesan y las actividades socialmente compartidas. Así es como, se llegan a construir en periodos largos de tiempo, por expertos en un tema, sistemas semióticos altamente formalizados compuestos por potentes reglas de composición (lógica, física, lingüística, matemática, etc.) que permiten estructurar la mente experta con un pensamiento con alto grado de coherencia lógica. Un factor externo que fomenta y motiva el proceso de formalización es la fuerte interacción social del sujeto tanto con el sistema semiótico como con los demás (Marín, 2010a; Pozo, 2003).

La indistinción entre lo lógico y lo psicológico conlleva consecuencias más o menos incoherentes. Por ejemplo, es usual usar constructos especialmente diseñados para entender y describir la lógica del pensamiento formal, tales como “concepto”, “teoría” y otros asociados a procesos de progreso cognitivo, para el conocimiento individual. La transposición de constructos entre los planos cognitivos social e individual es inapropiada pues las condiciones que rigen en ambos conocimientos muestran notables diferencias (Marín, 2003a, 2014a)).

Así, en relación al constructo “concepto”, su significado no se puede reducir a la lista de sus atributos lógicos, pues el sujeto no asimila con igual intensidad dichos atributos, ni relaciona los conceptos según una lógica de clases, ni coordina con precisión lógica la extensión y la comprensión del concepto; tampoco se puede reducir a

su definición a través de otros significantes, pues aunque una buena definición pueda facilitar al lector la asignación de un significado más adecuado y consensuado, los significantes no dejarán de serlo (Marina, 1998); bien definido desde la lógica, el concepto espera que dada su comprensión quede bien definida su extensión, sin embargo esto sólo es posible afirmarlo para conceptos cuyos correlatos intencionales son objetos formales como por ejemplo, los objetos matemáticos (Ferrater Mora, 1978); los conceptos cuyos correlatos intencionales se refieren a una realidad externa al sujeto, extensión y comprensión siempre están en desfase, que es el mismo que existe entre el sistema cognitivo y su exterior (Delval, 1997; Piaget, 1978b), así que un requisito importante de la lógica de clases, la coordinación entre comprensión y extensión, es imposible contrastarla.

También un buen número de datos empíricos sugieren que la naturaleza psicológica del sujeto queda lejos de la lógica que rige los entramados semióticos como son: (a) los *efectos prototípicos* que se observan en las categorías naturales que construye el individuo para ordenar su mundo, obedecen más a criterios de familiaridad, parecido o similitud, que a criterios que emanan de la lógica de clases como cabría esperar de un modelo de red conceptual (Kleiber, 1995), y (b) los *efectos de la Gestalt* ponen de manifiesto que la percepción humana sufre un proceso de asimilación esquemática que parece sugerir la presencia de esquemas más que de conceptos en la actividad mental (Marín, 2014b).

Lo anterior sugiere que el constructo “*esquema*” se adapta mejor a los datos psicológicos pues dan clara muestra de los “efectos esquemáticos” con que el sujeto asimila, interpreta o clasifica la realidad, el mismo que podría explicar los efectos de la gestalt y prototípicos (Bliss, 1995; Bloom, 1992; Castorina, 2006; Claxton, 1987; DiSessa & Sherin, 1998; Duschl, Hamilton, & Grandy, 1990; Marín, 2014b; Rankin, 1995; Vosniadou, 1999).

Finalmente, los modelos sobre el aprendizaje fundamentados en los progresos cognitivos de los sistemas semióticos socialmente compartido ofrecen una imagen del aprendizaje excesivamente fácil donde se espera mayor movilidad y prestancia cognitiva que otros modelos mejor fundamentados psicológicamente. Además, modos de aprendizaje peculiares del conocimiento individual, relacionados con la toma de conciencia o la abstracción reflexiva no son considerados desde los “modelos sociales”.

En definitiva la distinción entre lo lógico y lo psicológico hace ver que los constructos como “concepto”, “teoría”, “red conceptual” o modelos de progresión cognitiva inspirados en la lógica que subyace en las estructuras semióticas socialmente compartidas no son apropiados para la descripción del conocimiento individual, cuya naturaleza psicológica, orgánica y borrosa (efectos prototípicos y de gestalt) no se adaptan bien a las fronteras definidas de lo lógico.

Texturas del conocimiento que hay detrás de las competencias

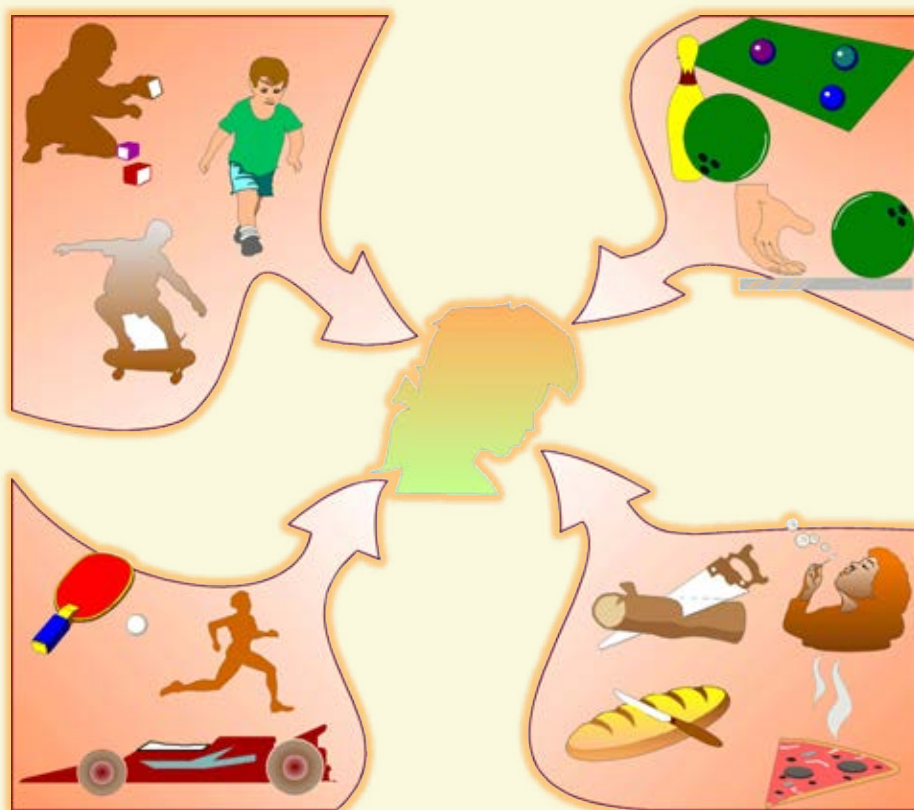
Frente a la complejidad usual de las teorías cognitivas, sorprende la sencillez con que de forma intuitiva se podría hacer una lista de “cosas que aprendemos” para ser una

persona competente en cualquier contexto práctico (tenista, cocinero, economista, docente, etc.).

No sería difícil reordenar una simple lista lineal por otra algo más ordenada considerando que dichos aprendizajes se han dado: (a) principalmente por experiencia personal, (b) por instrucción verbal y (c) por intervención significativa tanto de la experiencia como de la ayuda verbal, o usando como criterio “el tiempo necesario para aprenderlas”: (a) uno o varios días, (b) uno o varios meses o (c) uno o varios años. En las actividades ver la tabla “*para ser competente ... es necesario aprender a*”¹ y algunos ejemplos una vez rellenada.

Así, con este ejercicio sencillo de clasificación se establecen algunas regularidades sobre adquisición de conocimientos que explicarían el actuar competente. Las regularidades que han sido encontradas por alumnos de master y tercer ciclo, sin apenas formación psicológica, durante más de una docena de años, son similares a las que se encuentran en la literatura, entre las que habría que destacar las siguientes:

Primera regularidad: interacciones sensomotrices y semióticas. La primera regularidad versa sobre las dos fuentes de información con las que interacciona el sujeto y cuyas mecánicas de adquisición son diferentes: (a) las *interacciones sensomotrices (Ie)*, cuyos significantes los aporta la experiencia directa con los objetos del medio y que aporta “datos brutos”, y (b) *interacciones semióticas (Is)* que aportan signos, símbolos y otras gráficas culturales cuyos significados están socialmente compartidos (Delval, 1997; Marín, 2005, 2010a; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993). En ambas vías, se asume, que la información sufre un proceso más o menos complejo para llegar a ser conocimiento.



En el primer caso (*le*), tras la asignación de significado a la información externa (asimilación) se da un proceso de reajuste (acomodación) para que el nuevo contenido quede incorporado en el conocimiento previo. Esta construcción cognitiva se denomina *integración* que lejos de ser simple, lineal, acumulativa o por añadidos mecánicos, es un proceso orgánico más o menos tortuoso que requiere tanteos, ajustes, rectificaciones, ensayos, etc. (Piaget, 1978b), lo que requiere, además, de cierto tiempo de implicación afectiva y cognitiva del sujeto.

En el segundo caso (*ls*) el sujeto debe conocer el significado, aunque sea parcial, de los significantes socialmente compartidos, usualmente palabras o frases articuladas gramaticalmente. *ls* aporta y enriquece de un modo continuado el significado individual pues recoge gran cantidad de experiencias socialmente compartidas y, aunque también se dan los procesos de asimilación y acomodación, la *integración* no es tan tortuosa como en el caso de significantes brutos, ni tan fácil que suponga apropiación directa. La organización conceptual socialmente compartida de la información facilita su adquisición (Marín, 2010a; Martí & Pozo, 2000).



Ha sido usual desde el constructivismo social (Serrano & Pons, 2011) hacer énfasis especial en que aporta más *ls* a nuestros aprendizajes que *le* y en buena medida eso es cierto, pero quizá no tanto como pudiera parecer, si consideramos los siguientes hechos:

- Existen aprendizajes que generan contenido cognitivo procedimental e implícito donde apenas media lo semiótico, pero que posee un valor adaptativo incuestionable: saber orientarnos, estimar la posición de los móviles para jugar deportes o cruzar la calle, saber tratar los objetos de forma adecuada a su consistencia, mantener objetos en equilibrio ante la diversidad de situaciones, conocer la reacción inercial de los objetos, etc.

- En la evolución cognitiva del sujeto, primero se desarrollan los esquemas sensomotrices por *le*, necesarios para dar soporte cognitivo al juego simbólico por el que se inicia un proceso de diferenciación entre significantes y significados que desembocan en la adquisición del lenguaje, momento en que el sujeto puede enriquecer los esquemas más por *ls* (Delval, 2002; Piaget & Inhelder, 1984).
- En investigaciones sobre efectos prototípicos (Kleiber, 1995), se analizó el modo de nombrar los diferentes colores por distintas culturas. El resultado más contundente fue que, con bastante independencia de la segmentación léxica de cada cultura, existía una predisposición natural para organizar los colores en un número de categorías básicas que no son arbitrarias sino naturales y que difieren del léxico que despliega una lengua sobre la gama de colores, y que se mueve por los intereses, la riqueza o necesidades de esa cultura.

En general, ambas vías se complementan en mayor o menor grado para crear aprendizajes específicos. Así es como se llega a ser competente en los diferentes deportes, en la cocina o en oficios manuales. En la siguiente regularidad, se aprecia con más detalle que tanto *le* como *ls* son igualmente importantes.

Segunda regularidad: elementos estables de la cognición. Parece que lo que se aprende rápido también se olvida rápido y lo que se aprende con mayor dificultad son producto de las construcciones cognitivas a largo plazo. 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 o los conocimientos del aficionado al aeromodelismo tomados de un libro.

Estas regularidades se pueden entender mejor si se tiene en cuenta que la adquisición de conocimientos por *ls*, a través de significantes sociales, es más fácil de asimilar que los "datos brutos" aportados por la experiencia personal. El lenguaje permite a los miembros de una comunidad ir construyendo un sistema semiótico a través del cual compartir el conocimiento de cada individuo y así recoger de forma estable las experiencias personales y colectivas. Además, los progresos adaptativos de la experiencia humana pueden ser transmitidos en un formato semiótico a las nuevas generaciones evitando volver a descubrir todo nuevamente por ensayo y error, a la vez que las aportaciones individuales mejora en calidad y cantidad el sistema semiótico (Marín, 2010a; Marina, 1998; Mosterín, 1993). Es el intercambio social, principalmente a través del lenguaje, el que permite enriquecer y ampliar los significados culturales en el individuo.

También es útil distinguir entre *integrar* (asimilar y acomodar), *comprender* (asimilar sin acomodar) y *memorizar* (sin asimilar ni acomodar). Para pasar de comprender a integrar se requiere además de la implicación afectiva del sujeto, para volver de forma reiterada sobre la información externa que ya pone resistencia, a pesar de los sucesivos conflictos cognitivos que genera. Por otro lado, comprender y memorizar pueden aportar progreso pero no construcción cognitiva. Esta última surge de la capacidad de autorregulación de la estructura orgánica de esquemas cuando le o ls generan desequilibrios cognitivos (Piaget, 1978b).

El problema que presenta el sistema semiótico de una comunidad es que por sí mismo no se puede convertir en acción y, por lo tanto, en actuar competente, solo es un aglomerado gramatical de significantes sin significado. Por eso, aunque el sistema semiótico facilite las adquisiciones culturales para que se convierta en un conocimiento competente, primero hay que dar significado a los significantes por parte de cada individuo y después se debe integrar en alguna estructura cognitiva ya existente o iniciar la formación de otra nueva. Es entonces cuando el conocimiento que posee el sujeto pudiera ser útil para ejercer una acción determinada o para dar una respuesta competente. Es decir, del significante socialmente compartido a la acción competente hay en general un largo trecho (Pozo et al., 2010).

Usando la nomenclatura de la primera regularidad se podría decir que para llegar a la actuación competente es insuficiente adquirir sólo significantes por *ls*, además habría que también tomar significados por *ls* en su interacción con los demás y finalmente, complementando lo anterior, habría que enriquecer los significados por *le*. La interacción sensomotriz vincula el conocimiento con sus referentes reales más prácticos y concretos y le aporta una dimensión procedimental y flexible que posibilita su acomodación a la demanda externa haciendo posible una respuesta competente. Ahora bien, en raras ocasiones *le* se lleva a cabo sin la "ayuda" por ejemplo, de experiencias vicarias por imitación o de algún tipo de instrucción mediante *ls*: tal es la esencia social del ser humano (Rodríguez, 2003). En ambos casos las adquisiciones cognitivas por *le* se ven facilitadas.

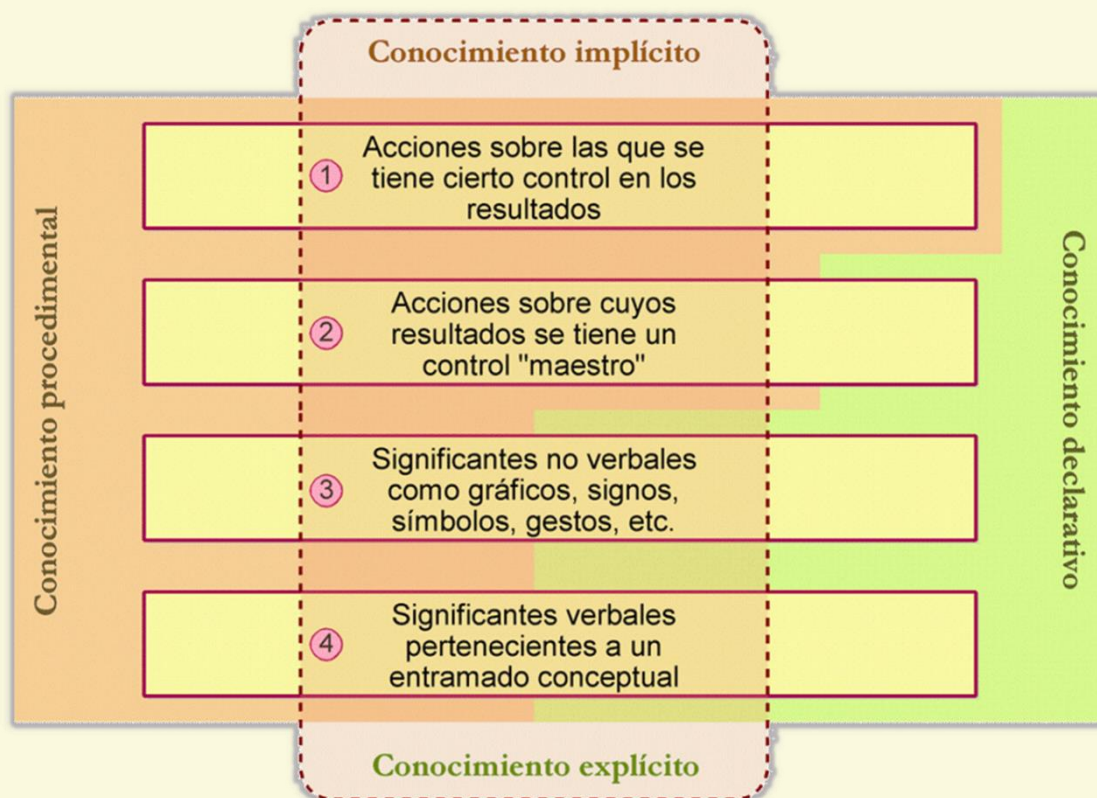
Llegado a este punto, es importante diferenciar la competencia en sí de la versión declarativa de ésta. Mientras la primera es sólo una construcción temporal de dicha competencia, la competencia sí que está en la memoria a largo plazo. La capacidad para describir una competencia es muy diferente a tener la competencia. Existen ejemplos cotidianos que ilustran esto: a) una persona puede tener muy desarrollado su conocimiento procedimental y dar una versión declarativa o descriptiva muy pobre de cómo lo hace (piénsese en buen deportista o un pastor); b) varias personas que observan una acción competente, incluso que la pueden tener ellos mismos, dan múltiples versiones declarativas distintas entre sí; c) una persona puede dar una versión declarativa conceptualmente rica de una competencia que no tiene, y muy pobre quien la posee; d) una misma persona puede dar diferentes versiones declarativas de su actuación competente; e) se puede a una persona dar una excelente versión declarativa de una acción y no saber ejecutarla ni apenas ser competente.

Tercera regularidad: se sabe más que lo que se dice. Inicialmente, el conocimiento adquirido por el sujeto es de naturaleza procedimental e implícita. Esto infiere al sujeto que lo posee un “*saber hacer*” que, además, en sus inicios son implícitos; es decir, los usa con frecuencia en su entorno pero no es consciente de su conocimiento.

Adquirir cierto grado de consciencia del conocimiento y hacerlo declarativo con algún recurso del pensamiento figurativo (gestos, índice, gráfico, símbolos, signos, etc.), no se reduce a simplemente un aclarar que no modifica ni añade nada, sino que conlleva procesos constructivos (Piaget, 1976).

Un primer grado de conciencia cognoscitiva, que se denominará *autónoma*, aparece a nivel sensomotriz cuando su ejercitación a través de una constante confrontación entre previsiones inferenciales y el resultado de las interacciones sujeto-objeto, lleva a enriquecer y precisar el esquema. Los logros son cada vez más frecuentes dada la mayor habilidad para dirigir sus interacciones en periodos más o menos largos de reiteración, entre acción y resultado, buscando razones de su elección u observando las modificaciones durante el ejercicio, etc., (Piaget, 1976).

Un segundo grado de conciencia cognitiva se da cuando es posible pensar en diferido sobre objetos evocados mentalmente y no presentes (Castorina & Carretero, 2012). Coincidiría con el periodo simbólico piagetiano (Piaget & Inhelder, 1984). Ahora el sujeto adquiere un mayor control sobre la ejecución del esquema hasta el grado de hacerlo con pericia y maestría, generalizándolo y ajustándolo a una diversidad de situaciones.



Si en los primeros grados de conciencia suelen prevalecer los procesos autónomos, existe un grado de conciencia con mayor capacidad adaptativa donde predominan las regulaciones sociales, vicarias, de cooperación o de rectificación social, de gran utilidad

para explicitar el contenido de los esquemas (“*saber decir*”) usando los signos socialmente compartidos (Organista Díaz, 2005). En el *contexto autónomo*, la neutralidad de la interacción con los objetos sólo es modulada por los vínculos afectivos con éstos, el resultado de la interacción se gestiona personalmente y el sujeto sólo da cuentas a sí mismo. En el *contexto social*, la interacción es modulada en mayor o menor medida tanto por el sujeto como por las personas implicadas ya que pueden inhibir, participar, colaborar, etc., en mayor o menor grado, en la interacción y en los resultados de ésta. Así, se denomina *redescripción representacional* al proceso por el que los contenidos implícitos, utilizando la red de significantes sociales y sus vínculos con los significados socialmente compartidos y siguiendo la dinámica de regulación social, son reconstruidos a otro nivel más depurado, pero coordinados con los originales contenidos implícitos (Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, Scheuer, Mateos, & Echeverría, 2006).

Esta dirección implícito-explicito que ocurre cuando se hace representativo el contenido procedimental e implícito de un esquema usando el sistema semiótico socialmente compartido es de gran valor para el sujeto cuyo esquema no solo se enriquece más rápidamente por lo sino que la explicitación supone mayor control en su ejecución y coordinación con otros esquemas (Karmiloff-Smith, 1994; Piaget, 1976; Pozo, 2003), todo lo cual supondría construcciones cognitivas en la dirección de fomentar competencias. Un progreso semejante supondría los aprendizajes en la dirección inversa, explícito-implícito (Pozo et al., 2010), lo cual supone el enriquecimiento paulatino de los significantes socialmente compartido, primero con significados fruto de la, y después a través de la y sus interacciones sociales creando robustas estructuras procedimentales que vinculan el conocimiento a lo más práctico y específico del medio como son las propiedades de los objetos.

Si la práctica reflexiva es necesaria, también una automatización o naturalización de muchas de esas acciones que inicialmente sólo podían ejecutarse de manera reflexiva y más bien lenta. La pericia o el actuar competente requiere no sólo poder explicar cómo, por qué o para qué se ha actuado de una manera particular o tomado una decisión, sino también poder actuar o decidir algo sin que medie la reflexión. En contra de la tradición cultural donde se ha dado primacía a la cognición, sería conveniente pensar en nuevos modelos cognitivos donde se de la primacía funcional de la acción sobre la cognición, sin olvidar también que la única vía para el cambio radical e intencional de nuestras acciones es a través del conocimiento (Pozo et al., 2010).

Esbozo de un modelo cognitivo para fomentar competencias

Observando las regularidades anteriormente vistas sobre conocimiento y sus relaciones con las competencias, un modelo cognitivo del sujeto debería considerar los siguientes constructos y procesos cognitivos:

1. Las estructuras estables de la cognición son los esquemas que se generan por abstracción empírica desde las interacciones sensomotrices y semióticas. Son de naturaleza procedimental.

2. El material semiótico aporta recursos para representar y hacer declarativa la estructura cognitiva. Son significantes sin capacidad transformadora a diferencia de los esquemas que sí poseen capacidad para asignar significados y realizar inferencias.
3. Constructos cognitivos generales que dan cuenta de capacidades tales como clasificar, seriar, inferir, controlar variables, procesar información o ejecutar un plan. Surgen por abstracción reflexiva utilizando los contenidos cognitivos de naturaleza explícita o desde las mismas mecánicas de autorregulación que experimentan los esquemas específicos.
4. Estructuras cognitivas de carácter procedimental e implícito, así como procesos de explicitación y toma de conciencia para hacerlas explícitas; mediante procesos constructivos y asociaciones con el material semiótico.

En esta aproximación a un modelo cognitivo para entender el actuar competente, la estructura cognitiva con contenidos de largo plazo estaría formada por esquemas específicos y generales pero todos ellos con capacidad para procesar información, dar significado, realizar inferencias con los datos externos, reflexionar internamente, etc. Asociados a los esquemas pero sin la capacidad transformadora de éstos, están las herramientas del pensamiento figurativo que permiten hacer representativos y explícitos los distintos contenidos de la estructura cognitiva. La versión declarativa del conocimiento serían construcciones temporales asociando herramientas figurativas que serían los significantes con los esquemas más adecuados que aportarían el significado.

Con el modelo cognitivo así configurado se podría imaginar que el actuar competente ante una demanda específica externa supone una combinación de varios esquemas, eventualmente herramientas del pensamiento figurativo si se requiere una respuesta declarativa y una representación interna de la demanda. A la vez, que se podría trazar un conjunto de orientaciones didácticas para desarrollar una enseñanza dirigida a fomentar competencias:

Una enseñanza centrada exclusivamente en los contenidos declarativos es insuficiente; sería necesario “llenar” los conceptos de contenido procedimental, es decir, de actividad práctica asociada a dichos contenidos, lo que requiere una selección de contenidos buscando su componente útil (Perrenoud, 2012).

La adquisición de contenidos procedimentales requiere tiempo a largo plazo pues se trata de generar estructuras cognitivas estables que forman parte de los recursos cognitivos del alumno.

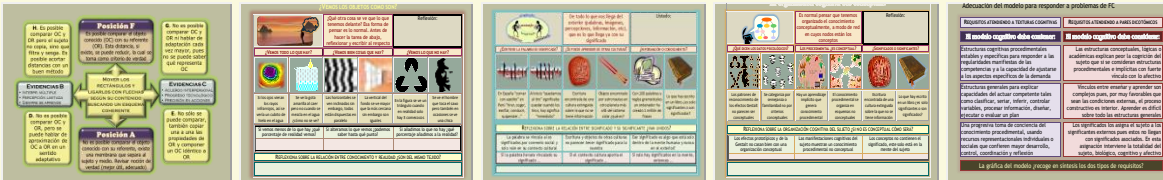
Crear conocimiento útil, es decir que sea aplicable en diferentes contextos de la vida cotidiana, a partir de los contenidos de enseñanza, no es nada fácil pues ya no se trata de memorizar o comprender sino de integrar dichos contenidos al conocimiento previo. Esto supone la implicación afectiva del alumno en su aprendizaje y por tanto el saber actuar integralmente en cada circunstancia concreta.

La interrelación entre contenidos declarativos y procedimentales de enseñanza es la clave para fomentar competencias en un ámbito práctico concreto.

MÓDULO 3. MODOS DE ENTENDER EL CONOCIMIENTO

Si el módulo 2 se acerca a las texturas del conocimiento desde los datos empíricos observados en los aprendizajes necesarios para el “actuar competente”. En este módulo se pretende ir más allá, completando la visión del conocimiento con notas epistemológicas, apostando decididamente por una determinada posición cognitiva denominada **constructivismo orgánico (CO)** que permite abordar el fomento de las competencias de forma ventajosa en relación a otras opciones.

SECUENCIACIÓN

Módulo 3. Modos de entender el conocimiento	
Contenidos	
Actividades	

ACTIVIDADES

Posiciones sobre la relación entre conocimiento y realidad

Las frases están desordenadas y se trata de ordenar por su contenido y sabiendo que los colores similares van en el mismo nivel (hay tres niveles). Habrá que llevar al power point los rectángulos y traerlos una vez ordenados.



Una vez hecho el esquema, indica el grado de adhesión ("estoy de acuerdo y seguro" [2], "estoy de acuerdo pero no seguro" [1], "no estoy seguro, no sabría que decir, lo plantearía de otro modo, no he pensado en esto" [0], "no estoy de acuerdo pero no tengo seguridad" [-1] y "con seguridad estoy en desacuerdo" [-2]) con las siguientes afirmaciones:

1	Afirmación F	-2	-1	0	1	2
2	Afirmación A	-2	-1	0	1	2
3	Afirmación E	-2	-1	0	1	2
4	Afirmación G	-2	-1	0	1	2
5	Afirmación H	-2	-1	0	1	2
6	Afirmación D	-2	-1	0	1	2

SOBRE PERCEPCIÓN SUBJETIVA DE LA COHERENCIA INTERNA DE LAS AFIRMACIONES

7	"La afirmación F la percibo opuesta a A"	-2	-1	0	1	2
8	"Las afirmaciones E y G las percibo opuestas"	-2	-1	0	1	2
9	"La afirmaciones F y D vienen a decir lo mismo"	-2	-1	0	1	2
10	"La afirmaciones F y E las percibo contrarias"	-2	-1	0	1	2
11	"La afirmaciones A y H vienen a decir lo mismo"	-2	-1	0	1	2
12	"La afirmaciones A y G las percibo contrarias"	-2	-1	0	1	2
13	"Las evidencias B apoyan la frase F"	-2	-1	0	1	2
15	"Las evidencias C apoyan la frase A"	-2	-1	0	1	2
14	"Las evidencias B apoyan la frase A"	-2	-1	0	1	2
16	"Las evidencias C apoyan la frase F"	-2	-1	0	1	2

¿Vemos los objetos como son?



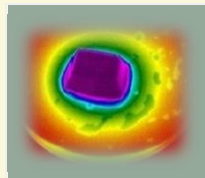
¿Qué otra cosa se ve que lo que tenemos delante? Esa forma de pensar es lo normal. Antes de hacer la tarea de abajo, reflexionar y escribir al respecto

Reflexión:

¿VEMOS TODO LO QUE HAY?

¿VEMOS BIEN COSAS QUE HAY?

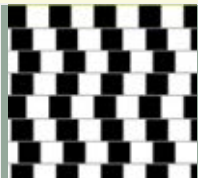
¿VEMOS LO QUE NO HAY?



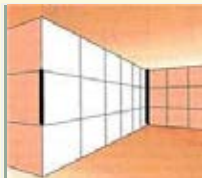
Si los ojos vieran los rayos infrarrojos, así se vería un cubito de hielo en el agua



Se ve la gota amarilla al caer pero no cuando se mezcla en el agua ¿cómo no se ve?



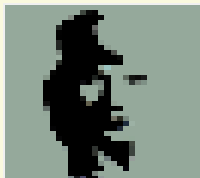
Las horizontales se ven inclinadas sin embargo, todas están dispuestas en paralelo



La vertical del fondo se ve mayor que la más cercana sin embargo son iguales



En la figura se ve un triángulo cuando en realidad solo hay 3 comecocos



Se ve el hombre que toca el saxo pero también en ocasiones se ve una chica

Si vemos menos de lo que hay ¿qué porcentaje de realidad vemos?

Si alteramos lo que vemos ¿podemos saber hasta qué punto?

Si añadimos lo que no hay ¿qué porcentaje añadimos a la realidad?

REFLEXIONA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE CONOCIMIENTO Y REALIDAD ¿SON DEL MISMO TEJIDO?

Significados y significantes ¿juntos o separados?



De todo lo que nos llega del exterior (palabras, imágenes, percepciones, información, etc), que viene con el significado asociado

Lista:

¿CONTIENE LA PALABRA SU SIGNIFICADO?

¿SE PUEDE APRENDER DE OTRAS CULTURAS?

¿INFORMACIÓN O CONOCIMIENTO?



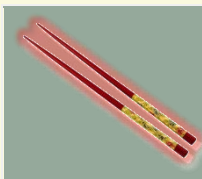
En España "comer con apetito" en Perú "tirar, coger, esnifar, conducir, suspender..."



Al inicio "quedamos al tiro" significaba quedar cuando los tiros, hoy significa "inmediato"



Escritura encontrada de una cultura extinguida sobre la que no se tiene información



Un objeto bien conocido en una cultura puede ser desconocido para otras



Con 100 palabras y reglas gramaticales un ordenador ha creado 1 millón de frases



Lo que hay escrito en un libro ¿es solo significantes o son significados?

REFLEXIONA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE SIGNIFICADO Y SU SIGNIFICANTE ¿VAN UNIDOS?

La palabra se vincula a los significados por convenio social y solo vale en su contexto cultural

Si la palabra llevara vinculado su significado ...

Escritura y objetos de otras culturas no parecen tener significado para la nuestra

Si el contexto cultura aporta el significado ...

Dar significado es algo que está solo dentro de la mente humana y nunca en el exterior?

Si solo hay significados en la mente, entonces ...

La organización cognitiva ¿es conceptual?



Es normal pensar que tenemos organizado el conocimiento conceptualmente, a modo de red en cuyos nodos están los conceptos

Reflexión:

¿QUÉ DICEN LOS DATOS PSICOLÓGICOS?



Los patrones de reconocimiento de los efectos Gestalt no parecen ser conceptuales



Se categoriza por semejanza o familiaridad no por criterios conceptuales

LOS PROCEDIMENTAL ¿ES CONCEPTUAL?



Hay un aprendizaje implícito que genera conocimiento procedimental



El conocimiento procedimental se organiza en esquemas no conceptuales

¿SIGNIFICADOS O SIGNIFICANTES?



Escritura encontrada de una cultura extinguida sobre la que no se tiene información



Lo que hay escrito en un libro ¿es solo significantes o son significados?

REFLEXIONA SOBRE LA ORGANIZACIÓN COGNITIVA DEL SUJETO ¿SI NO ES CONCEPTUAL CÓMO SERÁ?

Los efectos prototípicos y de la Gestalt no casan bien con una organización conceptual

Las manifestaciones cognitivas del sujeto muestran un conocimiento procedimental no conceptual

Los conceptos no contienen el significado, este solo está en la mente del sujeto

Adecuación del modelo para responder a problemas de FC

REQUISITOS ATENDIENDO A TEXTURAS COGNITIVAS

El modelo cognitivo debe contener:

Estructuras cognitivas procedimentales estables y específicas para responder a las regularidades manifiestas de las competencias y a la capacidad de ajustarse a los aspectos específicos de la demanda

Estructuras generales para explicar capacidades del actuar competente tales como clasificar, seriar, inferir, controlar variables, procesar información, diseñar, ejecutar o evaluar un plan

Una progresiva toma de conciencia del conocimiento procedimental, usando recursos representacionales individuales o sociales que confieren mayor desarrollo, control, coordinación y reflexión

REQUISITOS ATENDIENDO A PARES DICOTÓMICOS

El modelo cognitivo debe considerar:

Las estructuras conceptuales, lógicas o académicas explican peor la cognición del sujeto que si se consideran estructuras procedimentales e implícitas con fuerte vínculo con lo afectivo

Vínculos entre enseñar y aprender son complejos pues, por muy favorables que sean las condiciones externas, el proceso constructivo es interior. Aprender es difícil sobre todo las estructuras generales

Los significados los asigna el sujeto a los significantes externos pues estos no llegan con significados asociados. En esta asignación interviene la totalidad del sujeto, biológico, cognitivo y afectivo

La gráfica del modelo ¿recoge en síntesis los dos tipos de requisitos?

FUNDAMENTOS

Con intención de cierta sistemática, se expone el núcleo firme del constructivismo orgánico. Primero se muestra su marco epistemológico general y después, manteniendo la coherencia con este marco, se despliega un entramado semiótico que obedece a una estructura lógica de pares de afirmaciones dicotómicas, más y menos adecuadas para interpretar el conocimiento, tanto para entender el conocimiento individual como el conocimiento socialmente compartido y, en particular, el peculiar conocimiento de ciencias. En la parte social se da forma a un nuevo constructo definido por las relaciones simbióticas entre un sistema semiótico de significantes y la comunidad capaz de asignar significados; ambos, significantes y significados, socialmente modulados. Para finalizar, se ahonda en los logros y valores del constructivismo orgánico en el campo educativo y en su capacidad para ser evaluado y falsado, bien por la coherencia interna que presenta el sistema de afirmaciones dicotómicas como por su capacidad para diseñar cuestionarios sobre creencias epistemológicas que llevaría a falsar o confirmar por estrategias de interacción empírica.

Constructivismo orgánico

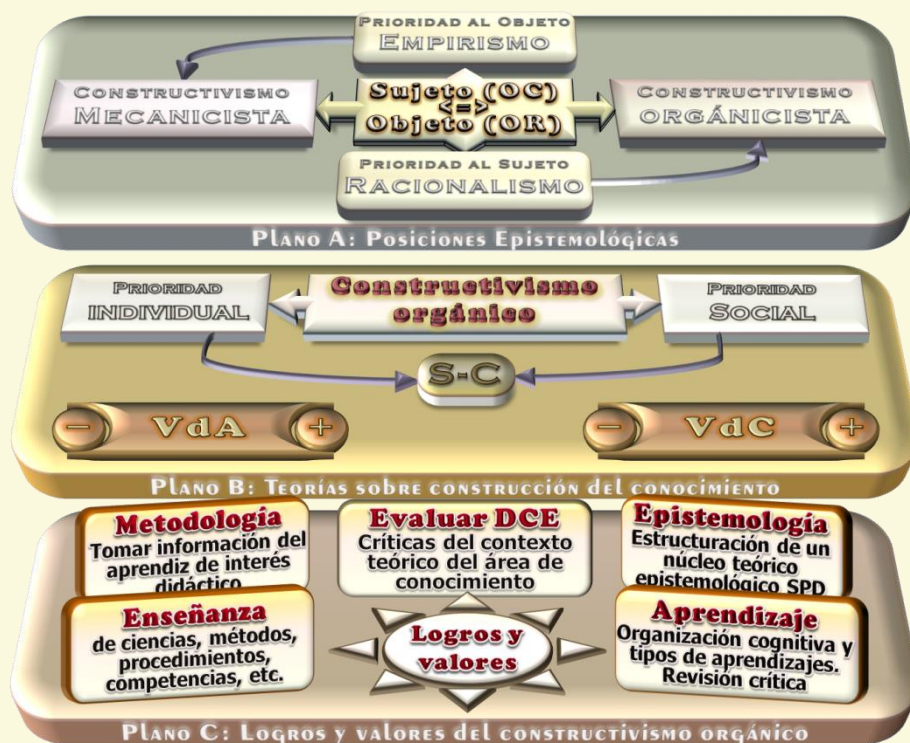
El constructivismo orgánico (abreviadamente CO) es un sistema semiótico sobre argumentos, criterios y posiciones epistemológicas sobre el conocimiento del sujeto, con intención de cierta sistemática y coherencia interna, cuya parte nuclear obedece a una estructura lógica de afirmaciones dicotómicas. CO se expone siguiendo una secuencia lógica que se puede organizar en cuatro planos con diversos grados de generalidad y contenidos:

El plano A es el que contiene las nociones más abstractas, donde se ubica las posiciones epistemológicas sobre la relación entre conocimiento y realidad, el origen y texturas del conocimiento, su adquisición desde las interacciones de sujeto con su medio, etc. En la figura 1 se muestra un esquema simplificado de las posiciones epistemológica más relevantes para la argumentación posterior sobre CO.

El plano B que versa, por un lado, sobre el conocimiento ubicado en la mente del sujeto y, por otro, sobre la dinámica que explica cómo es posible compartir este conocimiento en el espacio interpersonal y así lograr que los significados individualmente contruidos puedan ser socialmente compartidos hasta el punto que aparezcan fenómenos de sinergia que no pueden ser explicados por la suma de aportaciones individuales y cómo los recursos semióticos socialmente compartidos posibilitan facilitan y estimulan las adquisiciones cognitivas e inducen a la mente a pensar de otro modo y desarrollar nuevos recursos cognitivos (Mugny & Pérez, 1988; Pozo, 2003). También en este plano B, coherente con el plano A, se estructura un sistema de afirmaciones dicotómicas sobre visiones más y menos adecuadas del conocimiento individual (VdA) y para las ciencias (VdC).

En el plano C se ubican los logros y valores de CO, principalmente centrados en el plano educativo. Éstos versan sobre el desarrollo de una metodología para obtener información del alumnado de interés didáctico, métodos para enseñar ciencias o tipos de aprendizajes y dificultades de éstos. También desde CO se han realizado aportaciones para formalizar visiones más y menos adecuadas de los conocimientos del sujeto y de ciencias para estructuras cuestionarios que evalúen las creencias y posiciones epistemológicas de los futuros docentes y evaluaciones críticas del núcleo firme teórico del ámbito de conocimiento de la didáctica de las ciencias.

CO se estructura y organiza en tres planos: en posición intermedia se encuentra el plano B, donde se desarrollan los marcos epistemológicos específicos para el conocimiento del sujeto y de ciencias. En el plano A se desarrollan las posiciones epistemológicas más generales del conocimiento en coherencia con el plano B. Finalmente, el plano C contiene las implicaciones educativas que se fundamentan en A y sobre todo, de un modo más específico, en B.



Posiciones teóricas y epistemológicas del constructivismo orgánico

En un primer momento se tomará una posición epistemológica en la relación entre objeto conocido y real, para después confrontar la opción elegida con otras nociones “ismo” tales como el organicismo, empirismo, mecanicismo, realismo, etc., haciendo notar que la afinidad entre constructivismo y organicismo lleva a una colaboración entre ambos.

Las relaciones entre objeto conocido y real

Una de las cuestiones que más han preocupado en relación al conocimiento es la relación que existe entre el objeto conocido por el sujeto (OC) y su correspondiente

objeto real (OR). Esto supone un planteamiento sencillo y práctico de un problema más general, usual objeto de análisis filosófico, como es la relación del conocimiento con su mundo externo. En la literatura se encuentra un abanico de posibilidades que, para hacerlo de fácil lectura, se van a agrupar en dos posiciones diferentes bien definidas:

La primera admite que es posible comparar OC y OR de forma que la distancia entre ambos, si existe, se puede reducir. Esta opción diría pues que OC será tanto más verdadero cuánto más se parezca o represente a OR. A primera vista esta posición está muy apoyada por la evidencia, así por ejemplo, se observa que es relativamente fácil entenderse entre personas, se aprecia que el progreso tecnológico es posible gracias al acuerdo entre lo que conocemos y la realidad o asombra la precisión con que los tenistas ajustan sus golpes a las líneas. Posiciones semejantes las mantuvo el *conductismo* para estudiar el conocimiento del sujeto (Pozo, 2003) o el *inductivismo* para el estudio del conocimiento de ciencias (Chalmers, 1984)

La segunda, afirma justo lo contrario: no es posible comparar OC con OR ya que son de naturaleza diferente. Uno está dentro del sujeto y el otro fuera y no es posible los trasvases pues la “membrana” que separa al sujeto de su medio lo impide. Sería más apropiado cambiar la noción de verdad (grado de correspondencia entre OC y OR) por las nociones de utilidad, eficacia, adecuación, previsión, conveniencia, coherencia, etc. Esta segunda opción también tiene sus evidencias. Por ejemplo, en ocasiones, personas que han visto o vivido una misma situación (película, atraco, ovni) las describen o interpretan de forma diferente; el sujeto, y en general todos los seres vivos, perciben el medio de un modo muy limitado; además, sobre cualquier cosa, siempre es posible aprender algo más. Todos estos fenómenos podrían ocurrir así porque OC no será tan parecido a OR como se piensa. Posiciones semejantes se encuentran en la teoría de la equilibración (Piaget, 1978b) y para estudiar el conocimiento socialmente compartido de ciencias (Marín, Benarroch, & Niaz, 2013).

En la actualidad, la mayoría de expertos en cuestiones epistemológicas se inclinan más por la *segunda posición*, si bien el universo de problemas al que se suele enfrentar la mayoría de la gente es ajeno a esta temática por lo que no suelen plantearse cuestiones de este tipo o no disponen de opinión. A pesar de esto, siempre habrá algún experto indagando sobre las “creencias epistemológicas” de la gente y encuentre opiniones que suele catalogar más bien en la *primera opción* (Benarroch & Marín, 2011). Ocurre, sin embargo, que la mayoría de publicaciones que versan sobre epistemología, no solo concluyen que esta temática es relevante sino que aprecian la segunda opción más útil y eficaz que la primera en el ámbito académico donde se gestiona la semiótica usual de epistemología (por ejemplo, Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; Marín et al., 2011; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006; Pozo, 2009).

La segunda opción se denomina “constructivismo” y actualmente existe un gran consenso en usarlo como soporte teórico en los más diversos ámbitos con diferente grado de generalidad, aunque la mayoría de trabajos que declaran su filiación con esta posición, sin más detalles, sólo permiten suponer cierto compromiso con la afirmación “el alumno construye su conocimiento”, lo que se ha dado en llamar “constructivismo trivial” (Marín & Soto, 2012; Marín, 2003b; Matthews, 1998; Pozo, 1996; Rodrigo, 1997). Además, existen distintas versiones que dicen ser constructivistas y sólo se podrán

describir y diferenciar según sus compromisos epistémicos si se usa un amplio catálogo de recursos semióticos de cuyos significados muestren diversos grados de abstracción.

En primer lugar, se va a llenar de significado el término constructivismo en contraste con otras nociones “ismos” de la filosofía (empirismo, racionalismo, realismo, idealismo, objetivismo, mecanicismo, organicismo, etc.). Se sabe de la dificultad manifiesta para precisar con etiquetas “ismos” una determinada versión del constructivismo ya que puede adoptar actitudes empiristas, racionalistas, idealistas, realistas, relativistas, etc., sin perder por ello su compromiso con el principio “trivial” constructivista.

Una aproximación al significado de los “-ismos”

El constructivismo tiene la virtud de adoptar una visión intermedia para interpretar el origen y formación del conocimiento. Así, al afirmar que el conocimiento se va construyendo por la interacción entre sujeto y objeto se da igual importancia a la experiencia personal y a la actividad racional del sujeto y se aparta de posiciones más extremas para entender el conocimiento que son. por un lado, el *empirismo* que reconoce el predominio de la experiencia del sujeto con el medio, o dicho de otro modo, el medio aporta directamente la información que el sujeto necesita y, por tanto, se admite correspondencia entre conocimiento y realidad (*realismo*) y, por otro, el *racionalismo* que ve un predominio de la razón en la construcción cognitiva y el *idealismo* que percibe la realidad como una caja negra para el sujeto de forma que no se puede afirmar que el conocimiento se corresponda o represente nada del medio (Marín, 2005).

Para el constructivismo, el conocimiento se construye en el interior del sujeto, algo que no se debe confundir con las condiciones externas que hacen posible, facilitan o dificultan esa construcción. Por tanto, no es coherente pensar que existen factores externos que puedan ser tan favorables que “induzcan directamente” al aprendiz a realizar construcciones cognitivas. Además, al asumir que toda estructura cognitiva tiene una génesis, se aleja del apriorismo, que sí admite estructuras innatas (Delval, 1997, 2002; Lenzi et al., 2010).

Para ampliar con otros significados la noción del constructivismo, se complementa los “ismos” anteriores con otros de carácter metafórico. Estos aportan una visión o modelo para facilitar el estudio e interpretación de la parcela de la realidad que es objeto de estudio. En el caso del conocimiento se han usado principalmente dos metáforas o modelos (Botella, 2001; Pozo, 1989):

El primero se denomina *mecanicismo* e interpreta la realidad usando la metáfora de la máquina (los fenómenos se reducen a movimiento y transmisión de fuerzas entre entidades físicas). Cualquier entidad real puede ser desmontada en las partes que la compone, asumiendo que *la suma de las partes es igual al todo* (visión de la realidad como colección de sistemas cerrados). Además, la realidad puede ser explicada conociendo las relaciones de causa-efecto que existe entre las partes, asumiendo que éstas son simples y lineales (proporcionales). El mecanicismo antepone la necesidad causal al finalismo y el análisis cuantitativo a la especulación filosófica. Esto que se puede ver, y de hecho es, una virtud para estudiar los fenómenos físicos, por ejemplo el

mecanismo de un reloj, para estudiar otros fenómenos más complejos supone un obstáculo, como por ejemplo los fenómenos cognitivos. El mecanicismo es básicamente una postura reduccionista al intentar una interpretación de la realidad reduciendo lo complejo a lo simple (Luffiego, 2001; Peñalver, 1988; Sánchez Meca, 1996).

El segundo, el *organicismo*, interpreta la realidad como un “organismo vivo” donde *las propiedades del todo no son igual a la suma de las de cada parte*. Acercarse a la comprensión de un fenómeno supone estudiar dialécticamente el proceso de su evolución de modo que conforme aumenta su comprensión cambia el contexto de confrontación dialéctica entre partes, a la vez que éstas también van cambiando. El conocimiento, como cualquier órgano, tiene carácter autorregulador. Esto significa que las construcciones cognitivas surgen de procesos de equilibración, tanto interior (evitando contradicciones) como exterior (evitando perturbaciones). Aunque la equilibración es creciente, el continuo desfase cognición-realidad lleva siempre a nuevos desequilibrios (García, 2002; Piaget, 1978b). Desde la perspectiva del propio sujeto, su conocimiento es coherente, útil y eficaz para responder a las usuales demandas de su entorno cotidiano. Otra visión será la que tome un observador externo.

Constructivismo y Organicismo: su afinidad epistemológica

Siendo el constructivismo una posición epistemológica para entender la construcción del conocimiento, y el organicismo un modelo para estudiar el conocimiento, se complementa y son íntimamente coherentes entre sí. En sentido figurativo el organicismo aporta al constructivismo la membrana flexible que separa el sujeto de su medio (analogía de la piel de todo ser vivo) que permite precisar y entender de un modo más adecuado: la interacción de sujeto con el medio sin caer en actitudes empiristas o aprioristas, la asignación de significados, las diferencias entre enseñar y aprender o la imposibilidad de apropiaciones cognitivas directas del medio (Pozo, 2003). La membrana es flexible como para permitir interacción sujeto-medio pero sólo es permeable a los significantes no a los significados.

Constructivismo y organicismo se complementan pues tienen en común una vigorosa *actitud dialéctica*. Ambos son coherentes con el modo de interpretar las interacciones entre objeto y sujeto y de cómo el sujeto va construyendo el objeto (Piaget, 1977a): las interacciones van enriqueciendo la imagen, necesariamente poliédrica, del objeto y, a su vez, la nueva imagen permite nuevas interacciones que en algunos casos son más adecuadas y más inteligentes. Ambos admiten que en la interacción entre medio y sujeto, éste último modifica y enriquece sus estructuras cognitivas y, con ello, dirige sus nuevas interacciones con el medio y el modo de percibirlo.

Por eso se dice que existe una realidad construida por el sujeto y que tiene significado para él y otra externa a él a la que no puede acceder pero sí interaccionar. Así, en paralelo a la construcción del conocimiento, el sujeto construye una realidad que es la que determina en buena medida las nuevas interacciones. Consecuentemente, no se admite la verdad en sentido realista sino en sentido adaptativo, como aumento de la confirmación de expectativas de cada sujeto (Delval, 1997; Piaget, 1969).

Definitivamente, el organicismo percibe que realidad y conocimiento son entidades de diferente naturaleza, por lo que no se puede establecer correspondencia entre ambos.

Existen versiones teóricas o epistemológicas que se podrían denominar constructivistas ya que admiten la importancia de la estructura cognitiva del sujeto para interpretar o aprehender la realidad pero al mismo tiempo asumen que entre conocimiento y realidad se pueden establecer correspondencias más o menos directas y/o abordan los problemas del conocimiento desde analogías mecanicistas. Este *constructivismo mecanicista* (Fernández, Sánchez, Aivar, & Loredó, 2003; Marín, 2003b; Pozo, 2003; Suay Belenguer, 2012) con tendencias empiristas y neopositivistas, se aleja claramente de la versión que se está defendiendo aquí y que será la que se adopte en lo sucesivo como la más adecuada, la cual se denomina *constructivismo orgánico* (CO).

Sistema de afirmaciones dicotómicas síntesis del Constructivismo Orgánico

La tabla 1 sintetiza la posición epistemológica del CO junto a sus correspondientes “ismos” antagónicos. A fin de facilitar su comprensión se presenta como un *sistema de afirmaciones dicotómicas de creencias y posiciones epistemológicas, más y menos adecuadas, para entender el conocimiento desde el marco del CO* (abreviadamente SaD-CO). Los pares se han formulado considerando el marco dicotómico epistemológico: empirismo-constructivismo y mecanicismo-organicismo.

Tabla 1: SaD - CO				
VISIÓN MENOS ADECUADA			VISIÓN MÁS ADECUADA	
EMPIRISMO	Visiones que para entender el origen del conocimiento dan prioridad a la experiencia del sujeto frente al medio (<i>empirismo</i>) o bien, a la capacidades racionales de las estructuras cognitivas del sujeto (<i>racionalismo</i>) o admiten estructuras cognitivas preformadas al nacer (<i>apriorismo</i>). Las que asumen correspondencia OC-OR (<i>realismo</i>) o se niega acercamiento o progreso de OC a OR (<i>idealismo</i>).	Epistemología	Esta visión intermedia percibe el conocimiento como construcción por las interacciones entre sujeto y objeto, de modo que tan importante es la experiencia personal como la actividad racional del sujeto. Hay una realidad construida por el sujeto y otra externa a él a la que no puede acceder pero sí interaccionar. El acercamiento de OC a OR hay que entenderlo en sentido adaptativo no como criterio de verdad.	CONSTRUCTIVISMO
MECANICISMO	Modelos que interpretan la realidad usando la metáfora de la máquina: cualquier entidad real puede ser desmontada en las partes que la componen, asumiendo que la suma de las partes es igual al todo. Se asume que entre las partes existen relaciones causales simples y lineales.	Modelo	El conocimiento se interpreta como una entidad orgánica en el que el todo no es igual a la suma de las partes. Hay una realidad construida dialécticamente: conforme aumenta la comprensión de un fenómeno se modifica las relaciones entre las partes y la entidad o definición de éstas mismas.	ORGANICISMO

Versión del constructivismo orgánico para entender el conocimiento del aprendiz

La tabla 1 estructura y sintetiza un conjunto de afirmaciones epistemológicas sobre cómo entender el conocimiento en general. Lo que se pretende ahora es usar esta estructura organizada para ordenar la diversidad de información bibliográfica encontrada sobre visiones, creencias y posiciones más y menos adecuadas para entender el conocimiento del aprendiz (VdA) desde el marco epistemológico del CO. Notar que las opciones elegidas como más adecuadas con la VdA obedecen más a criterios de posición y actitud epistemológica que al grado de consenso que gocen; así por ejemplo, hay posiciones mecanicistas que son muy populares en la literatura, pero su carácter empirista las hace poco adecuadas para interpretar el conocimiento del sujeto.

La diversidad bibliográfica se ha podido organizar en cuatro pares dicotómicos, y para cada par, además de su definición, se especifica las razones epistemológicas que le dan sentido y las fuentes bibliográficas que le dan soporte:

Sobre las diferencias entre significado y significativo

La distinción entre significativo y significado, incluso si es o no relevante, dependerá del marco epistemológico elegido. Un *marco realista* puede ver innecesaria la distinción de forma que con la llegada de un significativo al sujeto llegaría también su significado. Desde la posición CO, una palabra, un dibujo, la percepción de un objeto, una imagen, un símbolo y, en general, todo aquello que llega a los sentidos del sujeto desde el exterior es *significante*. Y aunque el vínculo automatizado *significado-significante* haga parecer lo contrario, el significativo llega sin significado, el cual solo es posible dar en el interior de sujeto (Delval, 1997; Glasersfeld, 1993). La asignación de significados siempre se da en el interior del sujeto; *es un atributo exclusivamente humano* (Marina, 1998). El significado es lo que hace sentir o entender el significativo, lo cual depende de vivencias, sentimientos, lecturas, charlas con los demás, conocimientos anteriores y, en general, de la totalidad biológica del sujeto (Castilla del Pino, 2000; Marina, 1998; Noè, 2006).

La distinción constructivista entre significativo y significado corre paralela a la que hace entre información y conocimiento. La información es la versión externa del conocimiento en forma de significantes usualmente registrados en un soporte físico (signos, símbolos, significantes verbales, percepciones, sensaciones, acciones, etc.). Esta información para que sea conocimiento requiere de un sujeto que conozca el código, sus reglas gramaticales y disponer de los conocimientos previos necesarios para poder asignarle significado y, finalmente, acomodarla. Así pues, lo que circula entre las personas es sólo información y sólo puede convertirse en conocimiento en la mente del sujeto (Delval, 2002; Pozo, 2003). Lo que capta el sujeto al interactuar con el medio es una interpretación de los órganos sensitivos y cognitivos, no el medio en sí. La sensación *realista* de que el conocimiento representa y se corresponde con la realidad es menos adecuada que considerarlo fruto del proceso de adaptación (Claxton, 1987; Delval, 1997).

No sería adecuado pensar que los significantes externos llegan al sujeto con el significado asociado, bien facilitado por el contexto externo, porque se haya conceptualizado de forma interpersonal o porque se piense que hay entidades reales cuyo significado sea evidente para el sujeto. Existe otras versiones constructivista de corte epistemológico más empirista que perciben construcciones cognitivas en el espacio interpersonal donde se dan las interacciones colectivas para después ser apropiadas por el sujeto de forma pasiva (Delval, 2008); así tenemos que (a) el interaccionismo simbólico no considera, elimina o prescinde de las estructuras mentales que asignan significados, los cuáles son más bien producto de la interacción social (Carabaña & Espinosa, 1978; Castorina, 1998) (b) la psicología discursiva que propone eliminar los procesos internos de elaboración del conocimiento en favor de una interpretación discursiva del significado (Burr, 2002; Halliday, 1982) o (c) la teoría de las representaciones sociales (Moscovici, 2001) cuyos constructos se van construyendo de forma colectiva para después ser apropiadas por el sujeto de forma pasiva.

El significado tiene una componente individual, fruto de las peculiaridades de la historia personal de cada cual, pero sobre todo tiene una componente social fruto de la intensa interacción con los demás y la semiótica cultural. En efecto, aunque no es posible la unificación interpersonal del significados, las regulaciones de la interacción social van conformando un significado cada vez más consensuado (*asimilación recíproca*), que en el caso del conocimiento de ciencia, se extreman las medidas para reducir al mínimo el *margen de tolerancia* (parte personal del significado), por ejemplo, mediante el uso del lenguaje matemático (DiSessa, 2008; Holton, 1982; Marina, 1998). La etimología (evolución del significado de las palabras) muestra que tanto los significados como su vínculo con su significante son arbitrarios y socialmente contruidos (Delval, 2002; Marín, 2010a; Marina, 1998).

Para entender mejor que el significado ubicado en la mente individual, termine siendo compartido en gran medida por todos los miembros de una comunidad solo a través de la semiótica (significantes) compartida socialmente hay que visualizar la existencia de una intensa interrelación simbiótica entre semiótica y comunidad en el contexto de la multitud de actividades que se llevan a cabo en común, lo que explicaría que finalmente se termine compartiendo el significado individual (Marín, 2010a).

En el contexto de enseñanza, del mensaje del docente llega al aprendiz sólo los significantes carentes de significado y es éste quién le asigna significado en su mente por lo que, dadas las diferencias cognitivas entre docente y alumno, siempre habrá desfase o diferencias entre los significados de ambos. Por tanto no sería adecuado pensar que de un modo directo o con esfuerzo, el docente se pueda llegar a lograr que los significados sean iguales a los del alumno (Pozo, 2009; Scheuer & Pozo, 2006).

Agrupando y sintetizando la anterior información, el primer par sobre VdA, se puede formular así:

Par 1- Es inadecuado pensar en que es posible que los significantes externos (signos, símbolos, sensaciones, etc.) lleguen al sujeto con su significado o que el aprendiz puede adquirir todo el significado de lo enseñado bien de forma directa o con esfuerzo del docente en sucesivas explicaciones.

Par 1+ Los significados los asigna el sujeto a los significantes externos, pues estos no llegan con significados asociados. La asignación la hace todo el sujeto (biológico, afectivo y cognitivo). Es una cuestión de grados. Los significados de profesor y alumno están en desfase.

Sobre las diferencias entre enseñanza y aprendizaje

Este par es una extensión del anterior ya que para caracterizarlo, la posición que adopta CO para relacionar sujeto y objeto en sentido adaptativo es determinante para entender que entre enseñar y aprender no existen relaciones directas (Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006), más bien son dos procesos distintos dado que si *enseñar* se refiere al conjunto de acciones del docente para mostrar el contenido objeto de enseñanza, *aprender* alude a procesos internos del sujeto para asimilar dicho contenido (Delval, 2002; Marín, 2005). Esto infiere a los vínculos causales que se puedan establecer entre ambos procesos cierto carácter especulativo: unas excelentes condiciones de enseñanza, por muy favorables que puedan parecer, por muchas expectativas que presenten, por muy alentadores que hayan sido los resultados en otro momento o por muy consensuado que estén sus beneficios, nunca rebasan su condición de estrategias de enseñanza y por ello pueden o no desembocar en aprendizaje (Delval, 2008; Marín, 2003b).

Desde CO, la construcción del conocimiento del sujeto siempre es un proceso interno, es decir, la interacción del sujeto con las contingencias del medio o con la información semiótica no pasa directamente a integrarse en su estructura cognitiva en forma de conocimiento sino que se da un proceso interior de más o menos complejidad (Delval, 2002). Sin embargo, existe bastante literatura donde las propuestas teóricas dejan entrever correspondencias entre enseñanza y aprendizaje. Así por ejemplo:

- Se tiende a creer que aprender es tan simple como relacionar de forma sustantiva las ideas nuevas que se enseñan con las previas que posee el aprendiz (García Madruga, 1990). Es frecuente ligar en un solo paso la información sobre el conocimiento del alumno con sus implicaciones para la enseñanza (Marín, 2011; Viennot, 1985), como si el aprendizaje del sujeto se redujera a establecer relaciones o asociaciones sencillas entre ideas previas y nuevas. Esta imagen del aprendizaje choca con la dificultad manifiesta del alumno para adquirir o comprender los diferentes contenidos de ciencias y con diversos tipos de aprendizaje mejor fundamentados psicológicamente (Pozo, 2011).
- Se admiten ciertos vínculos causales entre enseñar y aprender (por ejemplo, Cudmani, Pesa, & Sandoval, 2000; Gil et al., 1999; Strike & Posner, 1992) de modo que una enseñanza correcta, usualmente tomando como referente de corrección el conocimiento de ciencias, cobija expectativas demasiado optimistas en cuanto a inferir un aprendizaje correcto. Es frecuente que de un modo más implícito que explícito sugerir que es más fácil aprender si el contenido se enseña con corrección disciplinar (Pozo & Gómez Crespo, 1998).
- Con frecuencia se admite que de forma inmediata (visión directa) o mediada (visión interpretativa) el aprendiz puede adquirir lo enseñado. En la *visión directa* no se percibe el papel activo de las ideas previas del alumno en el aprendizaje. En la *visión*

interpretativa se percibe el papel activo de las ideas previas pero se admite que, a pesar de que éstas puedan sesgar o dificultar el aprendizaje, con paciencia y esfuerzo se puede llegar a que el alumno aprenda todo lo que se le quiere enseñar (Aparicio-Serrano & Hoyos, 2008; Castorina & Barreiro, 2010; Pozo, 2009; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006).

- Se admite que la construcción del conocimiento social de ciencias puede servir de modelo, al menos parcial, en la construcción del conocimiento individual. En estos modelos se perciben importantes *analogías* entre los conocimientos de ciencia y alumno. (Castorina, 2012; Driver, 1983; Solomon, 1994; Yang, 1999) lo que ha supuesto un transvase mayoritario de constructos teóricos y mecánicas constructivas en la dirección ciencia - alumno (por ejemplo, Carey & Guo, 2008; Carey & Spelke, 1994; Chi, Slotta, & Leeuw, 1994; Chi, 2008) y apenas a la inversa (Piaget & García, 1982).
- Con cierta frecuencia se pretende hablar de aprendizaje cuando en realidad solo se refieren a condiciones de enseñanza (por ejemplo, Carey & Guo, 2008; Chi & Ohlsson, 2005; DiSessa & Sherin, 1998) y es usual que al hacerlo sobre aprendizaje, centren su atención sólo en el estado inicial y final del proceso (Castorina, 2006, 2012; Marín, 2011). Se muestra cierto grado de indistinción entre enseñanza y aprendizaje.

Así pues, en relación a otras propuestas de aprendizaje, CO ofrece una imagen más compleja y completa de éste y se acerca más a los procesos orgánicos de asimilación, acomodación y equilibración que con detalle ya expusiera Piaget (1978). El aprendizaje no es un proceso lógico sino psicológico (Castorina, 2012). Este segundo par quedaría formulado así:

Par 2 - Ver o establecer vínculos causales directos o relaciones reduccionistas entre lo que se enseña y lo aprendido, entre condiciones de enseñanza y resultados de aprendizaje. Se admite que el aprendiz puede adquirir todo lo enseñado. Aprender es fácil.

Par 2 + No se pueden establecer vínculos directos entre enseñar y aprender dado que son dos procesos de diferente naturaleza. Por muy favorables que sean las condiciones externas, el proceso constructivo es interior al sujeto. Aprender es difícil.

Sobre organización cognitiva del aprendiz de ciencias: conceptos versus esquemas

Principalmente, en la construcción de este par, y el siguiente, subyace el típico antagonismo entre mecanicismo y organicismo. En el par tres, se analizan las restricciones cognitivas que suponen el uso de modelos de red conceptual frente a otros donde lo implícito o tácito juega un papel relevante en la cognición y en el par cuatro, se enfatizan los sesgos que produce interpretar el conocimiento desde visiones logicistas frente a otras más coherentes con los datos psicológicos que aporta el sujeto.

Evidentemente, el par 3 es relativo y dependiente del modelo cognitivo que se adopte del sujeto. Para conocimientos profesados por comunidades donde el intercambio semiótico tiene un valor decisivo, como es el caso de ciencias, es más

adecuado usar el constructo *concepto* (o *teoría*) como unidad básica de intercambio, pero no se percibe adecuado para el conocimiento individual.

En este par, la *visión adecuada del conocimiento* la aporta CO que percibe en el aprendiz estructuras con contenidos cognitivos, como por ejemplo las construcciones por experiencia personal con el entorno físico o interpersonal que permiten hacer previsiones y desarrollar habilidades. Estas poseen a menudo carácter implícito y procedimental (saber hacer) muy relacionadas con lo afectivo. Desde la visión de CO resulta más atractivo adoptar el constructo *esquema* en su acepción de acumulador orgánico como la unidad cognitiva que puede explicar de un modo más adecuado la componente encarnada y procedimental del conocimiento y muchos otros datos psicológicos como, por ejemplo, los efectos gestalt y prototípicos (Marín, 2014b).

En la línea anterior, desde diferentes perspectivas teóricas, es usual proponer la noción de *esquema* como constructo más adecuado para describir el conocimiento procedimental que el constructo *concepto*, tanto desde una perspectiva constructivista como para explicar los datos psicológicos en experiencias donde el sujeto asimila, interpreta o clasifica la realidad (Bliss, 1995; Bloom, 1992; Castorina, 2012; Claxton, 1987; Delval, 1997; DiSessa & Sherin, 1998; Duschl et al., 1990; Marina & López Penas, 1999; Rankin, 1995; Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, 2008).

En línea con lo anterior, en la literatura se evidencia otra tendencia significativa para enfatizar las estructuras procedimentales implícitas del sujeto frente a las declarativas, por ejemplo, dando mayor relevancia a la acción en la construcción de los significados (Noë, 2006; Piaget & García, 1973; Reber, 1993) o mostrando que una visión encarnada (o encorporizada), orgánica o procedimental es más adecuada para entender el conocimiento (Overton, 2004; Pezzulo, 2011). A la vez, se perciben importantes esfuerzos por establecer relaciones entre conocimiento implícito y explícito. Unos perciben un predominio alternado o que el segundo surge del primero (López, 2005), otros perciben que la relación que se establezca entre ambos conocimientos va a depender del contexto psicológico que los caracterice (M. C. González, 2004) o del modo con que se enfatice en mayor o menor grado los procesos metacognitivos (Dienes & Perner, 1999).

En definitiva, la anterior tendencia percibe como más adecuada una visión eminentemente procedimental y encarnada del conocimiento, sin embargo, lo que más proliferan en la literatura, son los modelos mecanicistas y reduccionistas para estudiar el conocimiento. Así por ejemplo:

- *Modelos basados en la analogía “la mente como procesador simbólico”*. La estructura cognitiva con la que el sujeto asigna significados y procesa información se reduce a un procesador de símbolos a través de reglas lógicas donde las unidades básicas de intercambio de información es el concepto. Subyace la idea mecanicista de que desmontando el procesador, conociendo sus partes y las reglas de combinación de símbolos, se puede comprender la actividad cognitiva (Delval, 1997; Pozo, 2003; Suay Belenguer, 2012).
- *Modelos donde la estructura cognitiva es sugerida por un entramado conceptual ligado por reglas gramaticales* (García Madruga, 1990; Marín & Soto, 2012; Marín,

2003b). Se percibe indirectamente el uso de modelos de red conceptual cuando se toma como principal referente las estructuras conceptuales de los contenidos académicos para interpretar las manifestaciones cognitivas de los entrevistados con cuestionarios o el aprendizaje en el marco del “cambio conceptual” (ver por ejemplo, Ausubel, 1982; Carey & Guo, 2008; Chi, 2008).

Ambos modelos reducen los contenidos cognitivos procedimentales a sólo los sintácticos y, al obviar todo el material cognitivo procedimental del sujeto, reducen la asignación de significados a la combinación de conceptos mediante reglas gramaticales (Marina, 1998; Pozo, 1989).

Brevemente, se podría formular este par 3 del siguiente modo:

Par 3- Se concibe el conocimiento del aprendiz organizado en un entramado conceptual jerarquizado semejante al de ciencias: conceptos bien definidos y ligados a los demás por relaciones lógicas de clase. Visión logicista del concepto.

Par 3+ La cognición del sujeto contiene estructuras semántico - vivenciales, un conocimiento procedimental e implícito (“saber hacer”) con fuerte vínculo con lo afectivo. Son parte estable de todo el sujeto y se requieren para asignar significados.

Sobre interpretación del conocimiento del aprendiz: lógico versus psicológico

Este par da continuidad al anterior mostrando otro aspecto de la dicotomía mecanicismo-organicismo ligado a la distinción entre lo lógico y lo psicológico con claras implicaciones interpretar el conocimiento del alumno. En las revisiones realizadas para configurar los tres pares anteriores subyace esta diferenciación para forjar una determinada visión del significado, del aprendizaje o de un modelo sobre la organización cognitiva del sujeto (Castorina, 2012; Marín, 2011).

Actualmente existe una corriente significativa en señalar que las asimilaciones de las estructuras cognitivas a las lógicas o mecánicas desembocan en soluciones restrictivas o sesgadas y que es más adecuado afrontar el estudio del conocimiento desde una perspectiva encarnada, biológica o encorporizada (Fernández et al., 2003; Overton, 2004; Pezzulo, 2011; Suay Belenguer, 2012).

Así, por ejemplo, los datos psicológicos que aportan los efectos prototípicos (Rosch, 1999) muestran que el significado de un concepto no se puede reducir a la lista de sus atributos lógicos pues el sujeto no asimila con igual intensidad dichos atributos, ni relaciona los conceptos según una lógica de clases, ni coordina con precisión lógica la extensión y la comprensión del concepto (Kleiber, 1995; Martos Ramos, 2010). Es bien conocidos los “efectos de sesgo” que se cometen cuando se intenta interpretar el conocimiento del sujeto usando herramientas lógicas diseñadas desde la lógica del contenidos académico que se va a enseñar (por ejemplo, Jiménez-Gómez, Benarroch, & Marín, 2006; Marín, Jiménez-Gómez, & Benarroch, 2004; Marín, Solano, & Jiménez-Gómez, 2001). En la prolífera línea de investigación de las concepciones del aprendiz se perciben sesgos tales como:

- *Excesiva confianza en creer que las respuestas del alumno representan su conocimiento.* Esto se pone de manifiesto en ausencia de controles que evalúen el grado de fiabilidad o validez de los datos. Es discutible este modo de proceder, ya que es posible que el alumno de respuestas “in situ”, al azar o inventadas; probabilidad que aumenta cuando las preguntas están demasiado encorsetadas por los conceptos académicos y dan poca oportunidad a que el alumno exprese su conocimiento cotidiano (Jiménez-Gómez et al., 2006).
- *Se percibe el conocimiento del alumno incoherente, fragmentado y confuso,* sin embargo, desde la perspectiva del propio sujeto, su conocimiento es coherente, útil y eficazmente pragmático para responder a las usuales demandas de su entorno cotidiano (Pozo & Gómez Crespo, 1998). Desde la visión del CO, el conocimiento coherente del sujeto es una consecuencia necesaria de la tendencia orgánica de autorregulación por las que se rigen sus construcciones cognitivas y, en general, cualquier organismo vivo (Overton, 2004; Piaget, 1978b).

Retomando lo anterior y formulándolo de forma sintética en pares de afirmaciones antagónicas, el par 4 quedaría del siguiente modo:

- Par 4-** Excesivo sesgo al interpretar el conocimiento del sujeto desde contextos dominados por lo lógico como por ejemplo el sistema semiótico académico. Se percibe al sujeto incoherente, fragmentado o confuso cuando no lo es.
- Par 4+** Un contexto teórico más fiel a los datos psicológicos puede minimizar los sesgos aunque éstos siempre van a existir. Se percibe un sujeto más coherente y pragmático resolviendo los problema de a su medio.

Sistemas de afirmaciones dicotómicas sobre el aprendiz

El proceso de síntesis y ordenación de bibliografía sobre VdA ha permitido formular cuatro pares de frases antagónicas: a) dos pares que versan sobre *asignación de significados y aprendizaje del sujeto* respectivamente y se estructuran en el marco del par epistemológico “*empirismo versus constructivismo*” y b) dos pares que versan sobre *organización cognitiva del sujeto e interpretación de su conocimiento* respectivamente y cuya estructura antagónica de las afirmaciones se muestran coherentes con el par “*mecanicismo versus organicismo*”.

En definitiva, habría que resaltar como clave que atraviesa los cuatro pares como denominador común la visión encarnada o encorporizada del conocimiento individual. Así, es posible comprender mejor cómo mecánicas de previsión y simulación en un contexto sensomotriz y procedimental facilitan, tanto en la filogénesis como en la ontogénesis, procesos cognitivos más sofisticados en contextos explícitos (Pezzulo, 2011; Piaget & García, 1982), superar usuales dualismos (por ejemplo, cuerpo/mente, sujeto/objeto, intrapsíquico/ interpersonal, naturaleza/cultura, pensamiento/lenguaje, procedimental/conceptual, razón/emoción, cognición/acción, etc.) que han llevado con frecuencia a una visión reduccionista del conocimiento (Castorina, 2002; Lenzi, 2010; Overton, 2004; Pozo, 2001; Riegler, 2002) o determinar creencias y posiciones epistemológicas que es usual mantener sobre adquisición del conocimiento (Pecharromán & Pozo, 2006b).

La tabla 2 muestra un nuevo sistema de afirmaciones dicotómicas, similar al de la tabla 1, de argumentos, creencias y posiciones epistemológicas más y menos adecuadas para entender el conocimiento del aprendiz (SaD-VdA).

Tabla 2: SaD-VdA					
VISIÓN MENOS ADECUADA (VdA-)				VISIÓN MÁS ADECUADA (VdA+)	
EMPIRISMO	Es inadecuado pensar en que es posible que significantes externos (signos, símbolos, sensaciones, etc.) lleguen al sujeto con su significado o que el aprendiz puede adquirir todo el significado de lo enseñado bien de forma directa o con el esfuerzo continuado del docente	Significados Significado-Significante		Los significados los asigna el sujeto a los significantes externos, pues estos no llegan con significados asociados. La asignación la hace todo el sujeto (biológico, afectivo y cognitivo). Es una cuestión de grados. Los significados de profesor y alumno están en desfase	CONSTRUCTIVISMO
	Establecer o ver vínculos causales directos o relaciones reduccionistas entre lo que se enseña y lo aprendido, entre condiciones de enseñanza y resultados de aprendizaje. Se admite que el aprendiz puede adquirir todo lo enseñado. Aprender es fácil	Aprendizaje Enseñar-Aprender		No se pueden establecer vínculos directos entre enseñar y aprender dado que son dos procesos de diferente naturaleza. Por muy favorables que sean las condiciones externas, el proceso constructivo se da en el interior del sujeto. Aprender es difícil	
MECANICISMO	Se concibe el conocimiento del aprendiz organizado en un entramado conceptual jerarquizado semejante al de ciencias: conceptos bien definidos y ligados a los demás por relaciones lógicas de clase. Visión logicista del concepto	Organización Concepto-Esquema		La cognición del sujeto contiene estructuras semántico – vivenciales, un conocimiento procedimental e implícito (“saber hacer”) con fuerte vínculo con lo afectivo. Son parte estable del sujeto y se requieren para asignar significados	ORGANICISMO
	Excesivo sesgo interpretar al sujeto desde contextos dominados por lo lógico como por ejemplo el sistema semiótico académico. Así es como se percibe un sujeto incoherente, fragmentado o confuso cuando realmente no es así	Interpretación Lógico-psicológico		Un contexto teórico más fiel a los datos psicológicos puede minimizar los sesgos aunque éstos siempre van a existir. Se percibe un sujeto más coherente y pragmático resolviendo los problemas de su medio	

Por supuesto que en los dos primeros pares subyace la dualidad intrapsíquico/interpersonal y en los dos siguientes la dualidad procedimental/conceptual pero son diferenciaciones necesarias para la mejor caracterización del conocimiento, para seguidamente, en el contexto dialéctico y relacional del CO, realizar ensamblajes orgánicos entre los elementos dicotómicos (Lenzi et al., 2010).

La extensión cognitiva a los sistemas semióticos socialmente compartidos

La evidencia de la fuerte influencia social en la adquisición del conocimiento, hace difícil substraer la idea de que las construcciones cognitivas se dan en un contexto socialmente compartido, y luego, por un proceso osmótico más o menos simple, penetran en la mente del individuo. Pensar así es propio del constructivismo social y entra en clara confrontación con el principio del constructivismo individual donde toda construcción cognitiva es interna al sujeto. En la actualidad existe una significativa tendencia de integrar el constructivismo individual y social desde sus versiones más moderadas (Lenzi et al., 2010; Serrano & Pons, 2011).

Esta tendencia mantiene la idea nuclear del constructivismo de que los procesos mentales y las construcciones cognitivas ocurren en la mente del sujeto, pero considera lo que supone interactuar en entornos social y culturalmente organizados (Salomon, 2001). Las representaciones individuales y los procesos mentales que intervienen en la construcción de lo real están bajo la influencia directa de las comunidades o entornos culturalmente organizados en los que participan las personas, de manera que las relaciones entre mentes individuales y entornos culturales tienen un carácter transaccional (Coll, 2001).

Se impone realizar un esfuerzo en realizar un ensamblaje teórico del constructivismo individual y social (en adelante CiS) que permita entender y explicar de un modo más amplio cómo se construye y evoluciona el conocimiento individual en un contexto social. Este aglutinamiento teórico se debería llevar a cabo sin perder coherencia con principios del constructivismo tales como: *“el sujeto construye el conocimiento en su mente, no le llega conocimiento del exterior”* o *“el significado de lo que llega al sujeto del exterior siempre se da en su interior”* y, sobre todo, explicar cómo los recursos semióticos del entorno socio-cultural son la principal fuente para que el sujeto adquiera conocimiento.

Simbiosis semiótica-comunidad

Hay cuestiones claves para orientar un posible aglutinamiento entre el constructivismo social e individual:

El *primer punto* importante es que no es posible un CiS como un añadido mecánico que acumule lo mejor del constructivismo social e individual dado que subyacen soportes epistemológicos diferentes y parten de supuestos de partida diferentes. Si se quiere mantener lo esencial del constructivismo, a saber, la mente del sujeto es el sitio exclusivo de construcciones cognitivas (Delval, 2002), las soluciones usuales tipo: *“primero se genera construcción cognitiva en el contexto social y después el sujeto se apropia o la reconstruye”* se perciben inadecuadas dado que se asume construcción cognitiva externa al sujeto, y cierto aire empirista, en mayor o menor grado, cuando se sugiere que el producto cognitivo socialmente construido es fácil de ser asimilado por el sujeto.

El *segundo punto* señala que el medio social no es sólo un facilitador de nuevas adquisiciones sino que, como entidad organizada, induce un nuevo tipo de orden en la cognición del sujeto que interactúa con ella (Mugny & Pérez, 1988). Sus productos semióticos y su orden, no sólo transfieren los saberes de las generaciones anteriores, sino que aportan nuevas herramientas cognitivas, y nuevos modos de procesar información y conocimiento que difieren en cantidad y calidad en relación a las que aporta las estructuras sensomotrices. También el problema es explicar la mecánica psicológica de la interiorización de las construcciones socialmente compartidas sin perder coherencia constructivista (Castorina & Barreiro, 2010; Delval, 2002).

La combinación de los dos argumentos anteriores marca una dirección para aglutinar ambas perspectivas: se trata de explicar, de un modo más constructivista que empirista, cómo la interacción del sujeto con su medio social, no solo enriquece los

conocimientos vivenciales y permite adquirir nuevos conocimientos, sino también cómo esto lleva a otro modo de pensar usando nuevas herramientas cognitivas.

Por tanto, si se mantiene el principio constructivista de que el conocimiento se construye y existe en el interior del sujeto. El planteamiento adecuado no sería explicar cómo se interioriza el conocimiento socialmente construido, dado que éste no existe fuera del sujeto, sino cómo el conocimiento individual se hace socialmente compartido. Por supuesto que “algo pasa” de espacio interpersonal al individuo, pero no es conocimiento, como tampoco lo es lo que pasa del individuo a la sociedad. El intercambio se hace con significantes socialmente construidos carentes de significado.

Es cierto que el sistema semiótico es el principal regulador que da identidad, coherencia y estabilidad a la sociedad que lo profesa, dándole características orgánicas propias que la hacen ser diferente de otras culturas (Carugati & Mugny, 1988; Mosterín, 1993; Paolis & Mugny, 1988). Sin embargo, el sistema semiótico es solo información inerte que, para convertirse en conocimiento útil, requiere de un sujeto con adecuados conocimientos previos (Delval, 1997; Pozo, 2003).

Para teorizar parece conveniente diferenciar dos sistemas combinados entre sí en fuerte simbiosis: a) un sistema de signos, y unas reglas para combinarlos, socialmente generados de forma compartida y b) una comunidad que profesa el sistema de signos en el sentido de que cada uno de sus integrantes tiene capacidad para asignarles significados, los cuáles son compartidos por dicha comunidad. En adelante se referirá a éste *sistema semiótico-comunidad* con el acrónimo S-C. Se puede entender la “necesidad simbiótica” de S-C si se observa que ante la ausencia de un sistema semiótico externo, la comunidad no puede compartir eficazmente los conocimientos individuales, y sin comunidad que profese el sistema de significantes, se pierde la asignación de significados compartidos y, consecuentemente, de convertirse en conocimiento y éste en acciones adaptativas (Marín, 2010a).

S-C es un constructo que enfatiza la atención teórica justo donde se produce la interacción entre lo individual y lo social. Así entendido, S-C no sólo permite un enriquecimiento de las mentes de los que lo profesan, sino que éstos incrementan de forma consensuada y compartida el sistema semiótico con constantes aportaciones (Pozo, 2003).

El sistema de aglutinamiento orgánico colectivo que propone S-C, contempla progresos sociales por efectos de sinergia que no podrían ser explicados por la suma de las aportaciones individuales. El ingrediente fundamental de la sinergia es la afinidad. Sinergia y entropía son por lo tanto opuestos: el primero es unión de energía, el segundo, destrucción y disipación de energía (Bertalanffy, 1979; Moreno, 2011).

Al menos hay tres cuestiones básicas para entender la interiorización de la cultura por parte del sujeto usando el constructo S-C:

¿Qué es lo que afecta de S-C al sujeto que lo profesa? Se trata de explicar en primer lugar cómo un simple significante verbal, que sólo supone un ligero vibrar del tímpano o la visualización del sencillo trazo en un papel, puede modificar un esquema de conocimiento construido en periodos largos de tiempo tras múltiples experiencias. Lo

que afecta al sujeto no es el significante sino el significado que le asigne. El problema de la interiorización se reduce básicamente a explicar cómo el significante lo convierte el sujeto en significado movilizándolo o reestructurando sus contenidos cognitivos.

¿Cómo se comparte el significado dado socialmente a un significante? Esto se debe a la misma mecánica de regulación social que induce al individuo cierto grado de tensión dialéctica para que el significado individual esté acorde con los sociales, y así disminuir posibles conflictos cognitivos en la interacción social. No es que la sociedad imponga los significados, ni que el sujeto los interiorice pasivamente, es más bien la necesidad de comunicación interpersonal la que empuja a consensuar los significados y sus vínculos con los significantes (Marina, 1998).

¿Cómo se interiorizan los vínculos socialmente compartidos entre significados y significantes? La asociación significante - significado se da sólo dentro del sujeto y es la regulación social la que va haciendo que este vínculo se haga suficientemente compartido como para lograr la comunicación efectiva. La coherencia constructivista sólo admite intercambio de significantes fuera del sujeto. S-C se va configurando en actividades interpersonales en periodos de tiempo largos y está constituida por una red de vínculos entre los significantes externos y los significados individuales, relaciones que usualmente son arbitrarias.

La interiorización individual de la semiótica de una sociedad se centra principalmente en un problema de significados y, sus efectos cognitivos dependerán de los factores internos y externos que modulan la intensidad de la tensión dialéctica interna del sujeto. Mientras que los primeros dependen del grado de implicación, empatía, afectos o interés del sujeto, los segundos dependerán de la demanda social de cada contexto, que puede ser intensa en una actividad de colaboración o nula o casi nula en contextos sociales indolentes o en actividades cuyo fin solo requiere de una interacción social suave.

En definitiva, S-C hace una interconexión compleja entre los miembros de una comunidad y el sistema semiótico socialmente construido y compartido, configurando un todo orgánico cuyos efectos sinérgicos permiten el progreso de esa sociedad.

El peculiar conocimiento de ciencias

CO interpreta el *conocimiento individual* como un organismo vivo con capacidad de autorregulación y es la mente del sujeto la que mantiene su identidad y continuidad. Cabría preguntarse, en el *conocimiento de ciencia* ¿qué mantiene su identidad y continuidad? ¿existe una entidad sobre la que actúan los mecanismos de autorregulación y equilibración? La peculiaridad del conocimiento de ciencias no es tanto la comunidad de expertos como el modo de gestionar sus sistemas semióticos. Su S-C goza de una tensión dialéctica que le infiere un alto grado de coherencia interna y externa con el medio natural en relación a otros S-C (Marín, 2003a; Pozo, 2003).

El sistema semiótico (significantes verbales, signos, símbolos gráficos o matemáticos, etc.) está aglutinado por reglas gramaticales que obedecen a una lógica de clases y se organizan jerárquicamente en entramados simbólicos. Entonces *¿es el conjunto de entramados conceptuales la entidad cognitiva del conocimiento de ciencia*

que buscamos? Los entramados de información de ciencias se convierten en conocimiento si son profesados, consensuados, gestionados y mantenidos por un colectivo de individuos -comunidad científica- que los usa para buscar soluciones más eficaces al conjunto amplio de problemas asociados a las teorías. Dicho colectivo tiene un papel determinante en la mayor o menor difusión de las aportaciones individuales, en la gestión interna del conocimiento producido y, parcialmente, de su gestión externa.

Así pues, para entender cuál es la entidad sede de las regulaciones orgánicas ante desequilibrios y que permite la estabilidad y continuidad del conocimiento socialmente compartido de ciencias es preciso usar el constructo S-C antes descrito, sólo que ahora está configurado por: a) un sistema de signos, y unas reglas para combinarlos, socialmente generados y b) una comunidad de expertos en ciencias vinculada al sistema semiótico de ciencias en el sentido de que cada uno tiene la capacidad de asignarle significados y que son compartido con los demás.

S-C es un todo orgánico pues sin comunidad de expertos, el sistema de significantes pierde su posibilidad de disponer de sujetos que le asignen significados compartidos y, consecuentemente, de convertirse en conocimiento para ellos. En ausencia del sistema de significantes, la comunidad de ciencias malogra la continuidad de su conocimiento compartido pues la transmisión cognitiva entre generaciones pierde su principal recurso -un sistema semiótico que permanece en el tiempo (Martí & Pozo, 2000)-, la regulación social de los vínculos entre significantes y significados quedaría limitada al intercambio oral y las nuevas aportaciones cognitivas individuales no pueden ser registradas de forma efectiva al no existir sistema semiótico común.

Y desde esta perspectiva orgánica de las ciencias ¿cómo se podría explicar su peculiaridad en relación a otros conocimientos socialmente compartidos? ¿cómo se puede explicar su éxito?

La construcción del conocimiento de ciencia se caracteriza por una intensa *confrontación empírica* entre teoría y práctica. Esta actitud obedece a la necesidad de disponer de un entramado semiótico que permiten aunar esfuerzos individuales y de potentes procedimientos metodológicos para la construcción y evaluación de un conocimiento útil y fiable en una diversidad de problemas ligados a un sector de la realidad material. Estas características más que cualidades intrínsecas de la ciencia son una consecuencia de los factores que fomentan la actividad científica.

Así pues, sabiendo que las cualidades del conocimiento de ciencias son una consecuencia de las peculiares condiciones del escenario donde surge, su éxito se debe: a) a una fuerte regulación social que intensifica la simbiosis S-C, aportando estabilidad y continuidad en el conocimiento de ciencias y un excepcional mecanismo de convergencia en el proceso de formación de nuevos integrantes de la comunidad y b) una fuerte regulación empírica creando alrededor de un núcleo firme de materiales semióticos (y sus interrelaciones) un espacio de tensión dialéctica de confrontación constante con los datos empíricos.

Sistemas de afirmaciones dicotómicas sobre ciencias

La tabla 3 sintetiza e integra una gran variedad de listas de consensos sobre la visión de ciencias (VdC) de un trabajo anterior (Marín et al., 2013) los cuales encajan coherentemente en el sistema de afirmaciones dicotómicas sobre VdC (SaD-VdC):

Tabla 3: SaD-VdC					
VISIÓN MENOS ADECUADA (VdC-)				VISIÓN MÁS ADECUADA (VdC+)	
EMPIRISMO	La ciencia es una generalización de los datos observables, fiel reflejo de las leyes naturales (<i>visión empirista</i>). Así, dictada por el medio, no es una invención (<i>visión ateórica</i>) ¹ . Por tanto, ofrece la imagen más exacta (<i>visión absoluta, acabada y dogmática</i>) ² y surge desde un contexto neutral y desinteresado (<i>visión descontextualizada</i>) ³		Epistemología	La ciencia se construye en una dinámica de confrontación constante entre construcciones racionales y datos empíricos que, cargados de teoría, no pueden ser decisivos ¹ . Su valor no es porque sea verdad sino porque es útil ² . La ciencia que se va construyendo depende de los problemas de cada momento ³	
MECANICISMO	La ciencia progresa: a) de forma lineal, acumulando datos e ideas (<i>visión acumulativa o de crecimiento lineal</i>) ⁴ , b) usando un método único y universal que aplicado con rigor garantiza buenos resultados (<i>visión rígida y algorítmica</i>) ⁵ y c) por los aportes de personas singulares o geniales (<i>visión individualista o elitista</i>) ⁶		Progreso	Progreso complejo, normalmente es evolutivo pero a veces es revolucionario (cambia el mundo al cambiar las teorías) ⁴ . Según fase constructiva, a) previa, b) descubrimiento, c) comunicación, d) regulación social y f) justificación se acerca más (a, c y f) o menos (b y d) al “método científico” ⁵ . Empresa colectiva ⁶	
				CONSTRUCTIVISMO	ORGANICISMO

La primera fila contiene afirmaciones que versan sobre *naturaleza de la ciencia* (origen, relación con la realidad, intereses, grado de certeza, etc.) divididas en dos grupos, uno de filiación *empirista* que contiene afirmaciones poco adecuadas para entender el conocimiento de ciencia y otro, de afirmaciones *constructivistas*, adecuado para interpretar dicho conocimiento.

La segunda fila trata otra temática significativa como es el *progreso de ciencia*. Esta fila contiene afirmaciones que admiten la formación de dos grupos según su adecuación para interpretar el conocimiento de ciencias. Atendiendo al contenido, se percibe más conveniente representar el grupo de afirmaciones inadecuadas con el modelo mecanicista y las adecuadas con el modelo organicista.

Observando la información de la tabla 3 por columnas, la primera contiene afirmaciones inadecuadas para interpretar el conocimiento de ciencias y dos categorías para interpretarlas, empirismo y mecanicismo, el primero una posición epistemológica y el segundo un modelo general para interpretar la realidad. Ambos se complementan dado que el *empirismo* admite correspondencia entre conocimiento y realidad y, por tanto, los datos empíricos son fiel reflejo de la realidad. Esta correspondencia hace buena la premisa básica del *mecanicismo* donde se afirma que la suma de las partes es igual al todo.

En la segunda columna se encuentran las afirmaciones más adecuadas para interpretar el conocimiento de ciencias. En primer lugar se encuentra una posición epistemológica (constructivismo) y en segundo lugar, un modelo analógico (organicismo) para interpretar la realidad. Se puede percibir el fuerte vínculo entre constructivismo y organicismo en la frase “*el cambio de la visión del mundo al cambiar los paradigmas.*” Es *constructivista* porque asume que el cambio de teorías modifica la percepción de los datos empíricos; y es *organicista*, puesto que la interacción dialéctica entre teorías y medio modifican las estructuras cognitivas y, con ello, las nuevas interacciones y el modo de percibir el medio.

Si se comparan las afirmaciones que contienen las tablas 2 y 3, se perciben diferencias lógicas pues se refieren a conocimientos cuya construcción se dan en contextos diferentes (Marín, 2003a), pero si se atiende a la exposición estructurada de sus contenidos y a los marcos epistemológicos más y menos adecuados, se percibe un fuerte paralelismo. Se pudiera pensar que dicha analogía se debe al “efecto” de usar un mismo esquema epistemológico para ambos conocimientos, pero resulta más sorprendente sino se olvidan las grandes diferencias de las fuentes bibliográficas manejadas que corresponden a dos ámbitos diferentes: a) psicología para buscar consensos sobre VdA ((Pecharromán & Pozo, 2006a; Pérez Echeverría, Mateos, Pozo, & Scheuer, 2001; Pozo, 2009; Pozo et al., 2010; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006)) y b) epistemología de la ciencias para ver los consensos de VdC buscando en cinco grupos de investigación de relevancia internacional (Marín et al., 2013).

Modelos de sujeto; ventajas y limitaciones para fomentar competencias

Según la conceptualización o el modelo que se use de sujeto, así se abordará de un modo u otro los problemas de enseñanza y aprendizaje de las competencias. Se pretende evaluar las posibilidades y limitaciones de tres importantes perspectivas para abordar el desarrollo de las competencias en el aula como son: a) al alumno como científico, b) el alumno como procesador simbólico de información y, c) el alumno como constructor de significados.

Las competencias que se perciben desde la analogía del “alumno como científico” (AcC).

El punto de vista basado en la analogía AcC supone que entre la construcción del conocimiento de ciencias y del alumno se dan suficientes semejanzas como para permitir modelizar la estructura cognitiva y el aprendizaje del alumno (al menos de un modo práctico y funcional) observando los modos y métodos de progreso de la Ciencia (Yang, 1999).

A la visión AcC le asisten importantes razones. ¿Cómo no desarrollar una educación científica y unas competencias científicas en el alumno acordes a como se desarrolla el conocimiento de ciencias? (Duit, 1999; Gil et al., 1999). En efecto, cualquier lista de competencias científicas que se propongan para fomentar en el alumno deberá ser coherente con la lista de competencias que se dan en el ámbito

donde surge este conocimiento. Para precisar esta lista se podría utilizar recursos tomados de la Historia y Filosofía de las Ciencias (Álvarez, Pérez, & Serrallé, 2009; Quintanilla, 2009; Vilches, Carrillo, & Fernández, 2009).

Ahora bien, existen también razones para afirmar que la perspectiva AcC, aun siendo necesarias sus aportaciones, son claramente insuficientes para fomentar competencias; y es que si bien existen semejanzas entre la construcción de conocimiento de ciencias y del alumno, también existen notables diferencias (Marín, 2003a). Véase:

Sobre adquisición de contenidos específicos. La perspectiva AcC no tiene recursos suficientes para orientar la enseñanza de los contenidos específicos dado que no dispone de información sobre aspectos psicológicos específicos a la construcción individual del conocimiento (Marín, 2003a), así por ejemplo no existe ninguna teoría sobre el progreso de Ciencias que pueda anticipar o explicar los procesos individuales de abstracción tanto empírica como reflexiva (Piaget, 1978b), los procesos de toma de conciencias y redescrición cognitiva de los contenidos procedimentales implícitos (Pozo, 2003), la mecánica de asignación de significados individuales como proceso previo al aprendizaje (Pozo, 1996) o los procesos por los que se enriquecen los esquemas de conocimiento (Piaget, 1977b; Vosniadou, 1999).

Sobre adquisición de contenidos procedimentales. Se ha comprobado que poco más del 20% de los alumnos desarrolla algunas habilidades del pensamiento formal (Shayer & Adey, 1993). Estas habilidades formales son requisito básico para alcanzar un buen número de competencias científicas (Lawson, 1994; Niaz, 1989). El problema aparece cuando desde la perspectiva AcC se exige al alumno afrontar una y otra vez problemas mediante estrategias hipotético deductivas donde deben controlar variables o saber contrastar una de ellas dejando constante el resto (Inhelder & Piaget, 1972). Es previsible el fracaso del alumno si antes no se fomenta el desarrollo formal de su pensamiento.

Una condición básica para fomentar competencias es que las pertinentes actividades procedimentales no estén diseñadas con un nivel de exigencia muy por encima de las limitaciones procedimentales de los alumnos. Si se quiere evitar que el alumno se frustre intentando desarrollar actividades con un nivel de exigencia por encima de sus capacidades procedimentales, es importante conocer éstas y actuar en consecuencia.

Es dudoso que, como se defiende desde el AcC, las mejores condiciones para el aprendizaje sean creadas simulando en clase la actividad constructiva de los científicos (Pozo & Gómez Crespo, 1998), las diferencias entre los conocimientos de ciencias y del alumno son notables ya nos centremos en los escenarios donde se hacen las construcciones cognitivas (Rodrigo, 1997) o en las mecánicas de construcción de ambos conocimientos (Marín, 2003a). Está tan fuertemente arraigado este isomorfismo entre aprendizaje de los alumnos y actividad de los científicos que se llega a afirmar que "la metáfora que contempla a los alumnos como *investigadores noveles* proporciona una mejor apreciación de la situación de aprendizaje" (Gil et al., 2002).

Y es que al abordar el problema de las competencias desde la analogía AcC parece existir cierta indistinción entre fines y medios. Las *competencias científicas* están al final del camino del proceso constructivo necesario que deberá llevar a cabo el aprendiz, por lo que habría que prestar más atención a este proceso psicológico, como se va a ver en las dos perspectivas que siguen.

Las competencias que se perciben tomando al “aprendiz como procesador simbólico” (ApS).

La propuesta de considerar la mente humana como un procesador de información análogo a como procesa un PC permite disponer de un modelo sobre la actividad mental usando distintos constructos mentales como tipos de memoria, procesos cognitivos causales y de atención, etc., (Pozo, 1989).

Gracias a esta capacidad representativa, el modelo ApS permite tomar medidas didácticas, así como realizar estudios sobre las demandas cognitivas de las tareas a las que se enfrenta el sujeto, algo que con la perspectiva AcC sólo se podía hacer “desde la lejanía” cognitiva entre ciencia y alumno y, con frecuencia, como acabamos de mostrar, de forma errática. Una de las mayores contribuciones de la perspectiva ApS es la posibilidad de analizar la representación interna que hace del problema o tarea quien lo va a resolver (Mayer, 1986), o dicho de otro modo, apreciando al sujeto como un procesador activo de información cuyas variables cognitivas interaccionan con las de la tarea, es posible analizar la demanda cognitiva que le puede suponer a quién resuelve una tarea o un problema (Pascual-Leone & Johnson, 2005)

Se puede apreciar claramente que los trabajos que abordan el problema de las competencias científicas desde la perspectiva ApS (Uribe et al., 2006) muestran “más detalles psicológicos del alumno” que el que se ofrece desde la perspectiva AcC, así como una mayor capacidad explicativa.

Aun así, la perspectiva ApS muestra algunas limitaciones como las que siguen: a) la mente no solo contiene material simbólico de naturaleza explícita, también existen contenidos cognitivos implícitos cuya actividad no se puede reducir a mero procesamiento simbólico (Karmiloff-Smith & Elsabbagh, 2006; Piaget, 1976; Pozo et al., 2010; Reber, 1993), b) un procesador simbólico es hábil, sistemático y rápido combinando símbolos según las reglas de sintaxis establecidas pero incapaz de precisar qué frase de las construidas tiene un significado coherente, por mucho que combine o clasifique los significantes, algo que es exclusivo del sujeto (Pozo, 2003) En efecto, el significado lo asigna el sujeto no solo con su bagaje cognitivo sino con todo su sistema biológico y afectivo (Castilla del Pino, 2000), c) El modelo ApS carece de recursos teóricos para explicar la construcción de conocimiento pues parte de que la información es introducida desde fuera como se hace en un computador. Esta suposición choca con la visión que supone a un sujeto construyendo su conocimiento desde dentro (Delval, 1997) y con el hecho de que desde una epistemología coherente con el constructivismo la información no es conocimiento. En efecto, la información es solo el conjunto de significantes ligados por reglas gramaticales y para pasar a ser conocimiento requiere de un sujeto que le asigne significado y pueda integrarlo a sus otros conocimientos. Este proceso por rápido y automático que se produzca ni es simple ni trivial. Desde un punto

de vista rigurosamente constructivista la información carece de significado. El contexto donde surge la información puede modificar la asignación de significados que dé el sujeto pero el contexto no da significados como se ha querido sugerir. Estas limitaciones del ApS ¿en qué se traducen para la enseñanza de las competencias científicas?

Sobre adquisición de contenidos específicos. Las estructuras cognitivas forjadas desde dentro por el sujeto desde sus interacciones con el medio social y natural son las que permiten asignar significados (Castilla del Pino, 2000; Piaget, 1978b; Pozo, 2003). La perspectiva ApS, al no considerar la génesis de estas estructuras, carece de recursos teóricos para dar orientaciones didácticas sobre la adquisición de este tipo de estructuras y, por tanto, explicar la asignación de significados y diferenciar entre información y conocimiento.

Sobre adquisición de contenidos procedimentales. Es usual que bajo el prisma de ApS las habilidades procedimentales del sujeto se reduzcan a las ligadas al procesamiento de información y que los esfuerzos estén dirigidos principalmente a aumentar la eficacia de procesamiento (automatismos) o el modo de aumentar la cantidad de información a procesar simultáneamente (Case, 1983). Para ApS el problema principal es de índole cuantitativo más que cualitativo (Pozo, 1989).

Sin embargo, también el problema es cualitativo cuando se aprecia que el alumno puede aprender algoritmos matemáticos desconociendo su significado, por ejemplo, sabe aparentemente aplicar la regla de tres siempre que la razón entre variables sea directa y falla sistemáticamente cuando la razón es inversa. La máquina que puede procesar información es eficaz y rápida cumpliendo su cometido sin necesidad de conocer el significado de los símbolos pero cuando el procesador es humano, éste requiere del significado de los símbolos para tomar decisiones competentes y adecuadas al contexto del problema (Fernández et al., 2003).

Las competencias que se perciben tomando al “alumno como constructor de significados” (AcS)

La visión del AcS es la del **constructivismo orgánico** que, siendo útil para responder a las debilidades encontradas en AcC y ApS, también es cierto que ha mostrado algunas debilidades:

- En relación a los estadios de desarrollo cognitivo se han encontrado anomalías tales como que en el nivel formal no se llega a estructuras de conjunto, que es posible adelantarlos o que los esquemas operatorios no son tan determinantes en las respuestas del sujeto (Vuyk, 1985). La anomalía más estudiada es el denominado desfase piagetiano que en general se denomina toda reacción del sujeto que no puede ser explicada por su nivel operacional. Así, se ha comprobado que el contenido de una tarea es tan determinante como su estructura lógica, de modo que se encuentran diferentes patrones de respuestas de sujetos de un mismo nivel ante tareas con la misma estructura lógica y diferentes contenidos y variables. Parece ser que la descripción del pensamiento natural en términos de estructuras lógicas es insuficiente o quizás no sea la más adecuada.

- Aunque Piaget considerara la influencia social y le dedica de hecho varias investigaciones (Delval, 2002), sin embargo, no consideró suficientemente el papel de las interacciones sociales en la construcción de las estructuras cognitivas o en la explicitación de contenidos implícitos (Pozo, 2003). Mientras que el sujeto piagetiano interactúa con un medio lleno de objetos sin más precisión, Vygotsky trata de explicar el desarrollo a través de la influencia exterior apreciando en el medio una diversidad de objetos. Así por ejemplo, las personas mediatizan y fomentan fuertemente las interacciones del sujeto con su medio, muchos objetos son herramientas construidas socialmente para facilitar las interacciones con el medio y existe un tipo especial de objetos -los significantes- que junto a sus significados individuales pero socialmente compartidos facilitan la adquisición del acervo cultural y la explicitación de las estructuras implícitas del sujeto.

A pesar de estas limitaciones, frente a las otras perspectivas, la AcS muestra importantes ventajas didácticas que veremos a continuación. Las ventajas didácticas de la visión de AcS para desarrollar una enseñanza de ciencias que permita fomentar las competencias serían las siguientes:

a. Sobre adquisición de contenidos específicos. Para que dichos contenidos los pueda usar el alumno en el desarrollo de una competencia científica es preciso que sean integrados en sus esquemas de conocimiento. Esta integración será difícil lograrla solo con una enseñanza de significantes. De la teoría de Piaget se puede deducir algunas orientaciones didácticas para lograr la integración de los contenidos específicos, lo que necesariamente va a suponer nuevas construcciones cognitivas. Veamos dos de ellas:

- *Orientar la enseñanza hacia la elaboración de significados supone provocar nuevas construcciones cognitivas, lo que difícilmente se consigue con una enseñanza de significantes.* La teoría de Piaget establece una clara diferenciación entre significados y significantes de la que se deduce importantes implicaciones didácticas. Lo que realmente permite interpretar los datos, realizar previsiones, inferencias o asimilar lo nuevo son los esquemas de conocimiento sede de la asignación de significados y no los significantes que son meros instrumentos del pensamiento figurativo (Piaget, 1977b). La información es un mero conjunto de significantes (enlazados con adecuadas reglas gramaticales) que para convertirse en conocimiento requiere en primer lugar la asignación de un significado y por otro su integración en algún esquema por un doble proceso de asimilación y acomodación. Por esta razón, una enseñanza excesivamente polarizada en los significantes es tan rígida e incapaz de transferir lo adquirido ya que sobre todo da lugar al uso de procesos nemotécnicos y, por supuesto, incapaz de fomentar las competencias en el aprendiz. Para esto se debería orientar la enseñanza hacia el significado a través de actividades que lo fomenten y que son las mismas que las que llevan al sujeto a realizar procesos constructivos como las que se verán en la próxima orientación.
- *Crear nuevas estructuras cognitivas requiere la implicación afectiva del alumno para afrontar conflictos y desequilibrios cognitivos creados por actividades donde interacciona en diversidad de situaciones.* Los recursos de la teoría de Piaget son especialmente potentes para explicar la creación de estructuras cognitivas a partir de procesos de equilibración, asimilación y acomodación, etc., constructos extrapolados

de los organismos vivos al plano de la adquisición del conocimiento (Piaget, 1978b). La deducción más evidente es que se requiere estrategias de enseñanza que puedan crear conflicto o desequilibrio cognitivo en el alumno y que éste tenga suficiente implicación afectiva para desear plantarle cara, realizando un esfuerzo cognitivo que le permita compensar la perturbación buscando nuevos equilibrios, solo así es posible que se de construcción cognitiva (Marín, 2005).

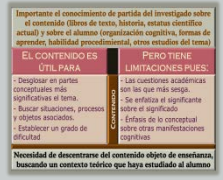
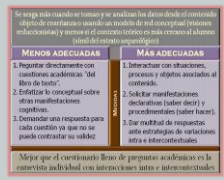
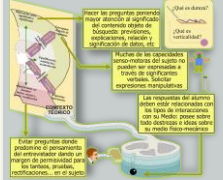
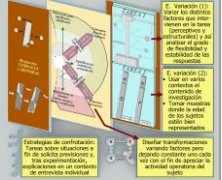
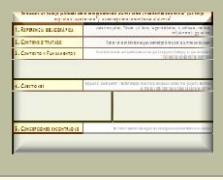
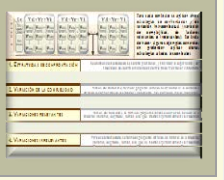
b. Sobre adquisición de contenidos procedimentales. Son muchos los trabajos que han mostrado la importancia de los esquemas operatorios para desarrollar capacidades procedimentales en el alumno. La teoría de Piaget tiene importantes recursos teóricos para dar orientaciones didácticas que potencien los procesos constructivos relativos a los esquemas operacionales. Del mismo modo dicha teoría contempla también el fomento de las capacidades procedimentales mediante mecánicas que permiten tomar conciencia al sujeto de los contenidos implícitos y procedimentales que forman parte de los esquemas de conocimiento. Veamos algunas orientaciones didácticas:

- *Crear estructuras operatorias supone estrategias de confrontación que provoquen desequilibrios reiterados en una diversidad de contenidos y variaciones de los factores que intervienen en las actividades.* El constructo “esquema operacional” central en la teoría de Piaget se percibe muy relevante para fomentar competencias. Los procesos constructivos de abstracción reflexiva por los que se forman estos esquemas permiten estrategias de enseñanza imposibles en otras teorías que no “perciben” este constructo. Las estrategias adecuadas para fomentar los esquemas operatorios buscan un desequilibrio reiterado en todos y cada uno de los contenidos específicos de ciencias en direcciones coherentes con el modelo piagetiano de la abstracción reflexiva y a la vez, en cada actividad de enseñanza se usarán estrategias de variación de los factores, tanto relevantes como irrelevantes, que intervienen en dicha actividad (Marín, 2005).
- *Tomar conciencia de los contenidos implícitos de un esquema se realiza desde las regulaciones del sujeto ante la consecución de un logro y la reflexión sobre los medios usados. Esta explicitación aporta al sujeto más control en su capacidad procedimental, el enriquecimiento del esquema y su extensión y la coordinación de éste con otros esquemas.* La existencia de contenidos cognitivos implícitos en la mente del sujeto, tan importante para entender las habilidades y competencias, desestima las opciones AcC y ApS dado que al tener visiones excesivamente explícitas del conocimiento del alumno, carecen de recursos para explicar los procesos de explicitación tan importantes tanto en la filogénesis como en la ontogénesis del sujeto (Pozo, 2003) abordó este problema en varias investigaciones explicando la toma de conciencia autónoma, sin embargo, no trató lo suficiente la influencia de la interacción social en la aceleración de dicha toma de conciencia. Existe pues, una toma de conciencias autónoma estudiada por Piaget y una explicitación motivada por las interacciones sociales que pudiera ser explicada por sugerencias dadas por Vygostky (Marín, 2010a).

MÓDULO 4. MODOS DE TOMAR INFORMACIÓN AL APRENDIZ

Tomar información del aprendiz para fomentar competencias (IAFC) resulta tan difícil como la enseñanza que pretende mejorar. Hay que considerar, no sólo aspectos conceptuales de la cognición del alumno, sino también procedimentales y actitudinales. Además, si todo instrumento de medida contiene un margen de error, cuando se trata de medir conocimiento, la posibilidad de sesgar, tergiversar o mal interpretar, es mayor. El conocimiento es una entidad sutil que solo se dejar entrever por sus manifestaciones. Aunque siempre se sesga al tomar información, es posible minimizar este efecto con un modelo de sujeto cercano a sus manifestaciones cognitivas.

SECUENCIACIÓN

Módulo 4. Modos de tomar información al aprendiz					
Contenidos	 <p>Importante el conocimiento de partida del investigador sobre el contenido (libro de texto, historia, estado científico actual) y sobre el alumno (organización cognitiva, formas de aprender, habilidad procedimental, otros estudios del tema).</p> <p>EL CONTENIDO ES ÚTIL PARA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desplegar en partes conceptuales más significativas el tema. - Buscar situaciones, procesos y objetos asociados. - Establecer un grado de dificultad. <p>PAROTIENE LIMITACIONES PUES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las cuestiones académicas son las que más sesga. - Se sesga el significado sobre el significado. - Énfasis de lo conceptual sobre otras manifestaciones cognitivas. <p>Necesidad de descentrarse del contenido objeto de enseñanza, buscando un contexto teórico que haya estudiado el alumno.</p>	 <p>Se sesga más cuando se toma y se analiza los datos desde el contenido.</p> <p>MENOS ADECUADAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preguntar directamente con cuestionarios académicos "del libro de texto". 2. Enfatizar lo conceptual sobre otras manifestaciones cognitivas. 3. Demandar una respuesta para cada cuestión ya que no se puede controlar su validez. <p>MÁS ADECUADAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Interactuar con situaciones, procesos y objetos asociados al contenido. 2. Solicitar manifestaciones declarativas (saber decir) y procedimentales (saber hacer). 3. Dar libertad de respuestas sobre estrategias de variación intra e intercategorías. <p>Mejor que el cuestionario libro de preguntas académicas es la entrevista individual con interacciones intra e intercategorías.</p>	 <p>Interactuar las preguntas personales (saber decir) y procedimentales (saber hacer) del contenido objeto de enseñanza.</p> <p>¿Qué es bueno?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de significados. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. <p>¿Qué es malo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. 	 <p>Interactuar las preguntas personales (saber decir) y procedimentales (saber hacer) del contenido objeto de enseñanza.</p> <p>¿Qué es bueno?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de significados. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. <p>¿Qué es malo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. 	 <p>Contenido objeto de investigación</p> <p>Pe C₁ C₂ C₃ C₄ C₅ C₆ C₇ C₈ C₉ C₁₀ C₁₁ C₁₂ C₁₃ C₁₄ C₁₅ C₁₆ C₁₇ C₁₈ C₁₉ C₂₀ C₂₁ C₂₂ C₂₃ C₂₄ C₂₅ C₂₆ C₂₇ C₂₈ C₂₉ C₃₀ C₃₁ C₃₂ C₃₃ C₃₄ C₃₅ C₃₆ C₃₇ C₃₈ C₃₉ C₄₀ C₄₁ C₄₂ C₄₃ C₄₄ C₄₅ C₄₆ C₄₇ C₄₈ C₄₉ C₅₀ C₅₁ C₅₂ C₅₃ C₅₄ C₅₅ C₅₆ C₅₇ C₅₈ C₅₉ C₆₀ C₆₁ C₆₂ C₆₃ C₆₄ C₆₅ C₆₆ C₆₇ C₆₈ C₆₉ C₇₀ C₇₁ C₇₂ C₇₃ C₇₄ C₇₅ C₇₆ C₇₇ C₇₈ C₇₉ C₈₀ C₈₁ C₈₂ C₈₃ C₈₄ C₈₅ C₈₆ C₈₇ C₈₈ C₈₉ C₉₀ C₉₁ C₉₂ C₉₃ C₉₄ C₉₅ C₉₆ C₉₇ C₉₈ C₉₉ C₁₀₀</p>
	2. Validez y límites del contenido de enseñanza como referente para el diseño de cuestionarios	4. Estrategias metodológicas más y menos adecuadas para realizar cuestionarios para tomar IACF	7. Orientaciones metodológicas para tomar IAFC (Estrategias de confrontación y significado)	8. Orientaciones metodológicas para tomar IAFC (Estrategias de variación relevante e irrelevante)	9. Visión general de la metodología para obtener información del alumno de interés para fomentar competencias (IAFC)
Actividades	 <p>Importante el conocimiento de partida del investigador sobre el contenido (libro de texto, historia, estado científico actual) y sobre el alumno (organización cognitiva, formas de aprender, habilidad procedimental, otros estudios del tema).</p> <p>EL CONTENIDO ES ÚTIL PARA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desplegar en partes conceptuales más significativas el tema. - Buscar situaciones, procesos y objetos asociados. - Establecer un grado de dificultad. <p>PAROTIENE LIMITACIONES PUES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las cuestiones académicas son las que más sesga. - Se sesga el significado sobre el significado. - Énfasis de lo conceptual sobre otras manifestaciones cognitivas. <p>Necesidad de descentrarse del contenido objeto de enseñanza, buscando un contexto teórico que haya estudiado el alumno.</p>	 <p>Se sesga más cuando se toma y se analiza los datos desde el contenido.</p> <p>MENOS ADECUADAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preguntar directamente con cuestionarios académicos "del libro de texto". 2. Enfatizar lo conceptual sobre otras manifestaciones cognitivas. 3. Demandar una respuesta para cada cuestión ya que no se puede controlar su validez. <p>MÁS ADECUADAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Interactuar con situaciones, procesos y objetos asociados al contenido. 2. Solicitar manifestaciones declarativas (saber decir) y procedimentales (saber hacer). 3. Dar libertad de respuestas sobre estrategias de variación intra e intercategorías. <p>Mejor que el cuestionario libro de preguntas académicas es la entrevista individual con interacciones intra e intercategorías.</p>	 <p>Interactuar las preguntas personales (saber decir) y procedimentales (saber hacer) del contenido objeto de enseñanza.</p> <p>¿Qué es bueno?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de significados. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. <p>¿Qué es malo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. 	 <p>Interactuar las preguntas personales (saber decir) y procedimentales (saber hacer) del contenido objeto de enseñanza.</p> <p>¿Qué es bueno?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de significados. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. <p>¿Qué es malo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. - Mayor diversidad de manifestaciones cognitivas. 	 <p>Contenido objeto de investigación</p> <p>Pe C₁ C₂ C₃ C₄ C₅ C₆ C₇ C₈ C₉ C₁₀ C₁₁ C₁₂ C₁₃ C₁₄ C₁₅ C₁₆ C₁₇ C₁₈ C₁₉ C₂₀ C₂₁ C₂₂ C₂₃ C₂₄ C₂₅ C₂₆ C₂₇ C₂₈ C₂₉ C₃₀ C₃₁ C₃₂ C₃₃ C₃₄ C₃₅ C₃₆ C₃₇ C₃₈ C₃₉ C₄₀ C₄₁ C₄₂ C₄₃ C₄₄ C₄₅ C₄₆ C₄₇ C₄₈ C₄₉ C₅₀ C₅₁ C₅₂ C₅₃ C₅₄ C₅₅ C₅₆ C₅₇ C₅₈ C₅₉ C₆₀ C₆₁ C₆₂ C₆₃ C₆₄ C₆₅ C₆₆ C₆₇ C₆₈ C₆₉ C₇₀ C₇₁ C₇₂ C₇₃ C₇₄ C₇₅ C₇₆ C₇₇ C₇₈ C₇₉ C₈₀ C₈₁ C₈₂ C₈₃ C₈₄ C₈₅ C₈₆ C₈₇ C₈₈ C₈₉ C₉₀ C₉₁ C₉₂ C₉₃ C₉₄ C₉₅ C₉₆ C₉₇ C₉₈ C₉₉ C₁₀₀</p>
	1. Tras elegir un contenido de ciencias, se realizará o se buscará en internet un cuestionario dirigido a tomar IAFC	3. Se hará una mejora del cuestionario siguiendo orientaciones fundadas en la lógica del CoE	5. Conociendo el modelo adecuado para FC ¿Qué información sería necesaria tomar del alumno?	6. Encuentra en internet un cuestionario que no esté tan centrado en la lógica disciplinar o del contenido	10. Revisar el cuestionario inicial a la luz de las nuevas orientaciones metodológicas sobre IAFC

ACTIVIDADES

En busca de un cuestionario que revisar

Se buscará un trabajo publicado sobre concepciones del alumno sobre un contenido de ciencias¹ que tenga explícito el cuestionario² y las concepciones encontradas al alumno³

1. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Autor/es (año). Título. (si libro, lugar:editorial, si artículo, revista, vol(número), pp.xx-xx)

2. CONTENIDO TRATADO

Poner el contenido cuyas concepciones del alumno se buscan

3. CONTEXTO Y FUNDAMENTOS

Poner brevemente los fundamentos en los que se apoya el trabajo y en qué contexto e intereses de los autores se desarrolla

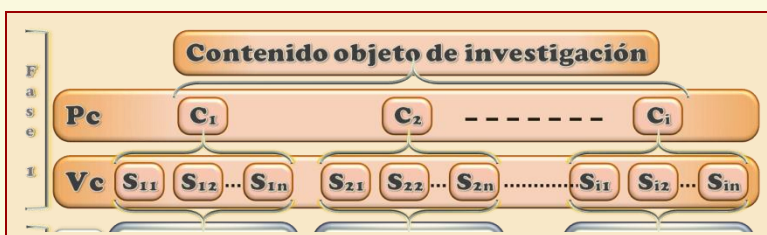
4. CUESTIONES

Exponer el cuestionario- Insertar dibujos si los tiene aunque en versión más pequeña. Cambiar el tipo de letra para que la tabla no salga de página.

5. CONCEPCIONES ENCONTRADAS

De forma resumida se expone las concepciones encontradas en el alumno

Revisión del cuestionario por criterios ligados al contenido



Se trata de revisar el cuestionario anterior usando algunos criterios tomados de la lógica del contenido para así parcializarlo y buscar contextos concretos (situaciones, extensiones, fenómenos, etc) para hacer preguntas sobre el contenido. Esta será la primera fase para la construcción del nuevo contenido

1. CONTENIDO A REVISAR

Poner el contenido cuyas concepciones del alumno se buscan

2. PARCIALIZAR EL CONTENIDO

Dividir el contenido en partes

3. CONTEXTOS POR PARTES

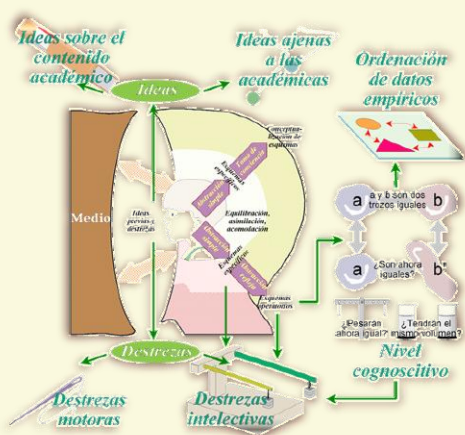
Elige para cada parte un contexto o contextos concretos de objetos y situaciones

4. CUESTIONES POR CONTEXTOS

Para cada contexto diseña unas cuantas preguntas para hacer al alumno de ciencias

Información a tomar del alumno para FC

CONSIDERANDO LOS DIFERENTES CONSTRUCTOS QUE COMPONEN EL MODELO COGNITIVO, Y CON LA AYUDA DEL ESQUEMA, INTENTA DEDUCIR LOS TIPOS DE INFORMACIÓN QUE SE REQUIEREN TOMAR DEL ALUMNO PARA FOMENTAR COMPETENCIAS



SOBRE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS

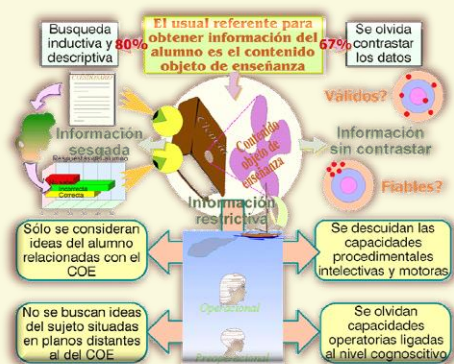
SOBRE CONOCIMIENTOS GENERALES

SOBRE DESTREZAS

SOBRE NIVEL COGNITIVO

Evalúa la metodología del cuestionario elegido

CONSIDERANDO LA LECTURA SOBRE IAFC EVALÚA LA METODOLOGÍA DEL CUESTIONARIO ELEGIDO



SOBRE EL REFERENTE

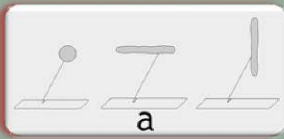
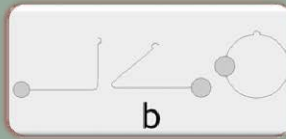
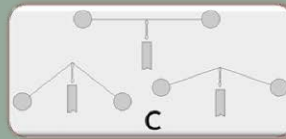
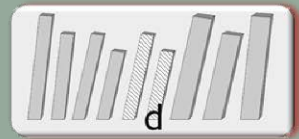
SOBRE VALORACIÓN DE DATOS

SOBRE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS

SOBRE CONOCIMIENTOS GENERALES

Ejemplos sobre estrategias de confrontación y variación

SITUACIONES DE EQUILIBRIO MECÁNICO



VARIACIÓN INTERCONTEXTUAL

Se han considerado 4: equilibrios de objetos sobre una base (a), objetos que se cuelgan (b), objetos cuyo centro de masas coincide con las masas (c) y objetos inclinados sobre su base.

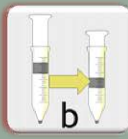
VARIACIÓN INTRACONTEXTUAL

Variaciones relevantes (mayor o menor inclinación en a), irrelevantes (forma de la plastilina en a), del grado de dificultad (centro de masas geométricos y no geométricos)

ESTRATEGIAS DE CONFRONTACIÓN

Todas las situaciones admiten solicitar preguntas de previsión, hacer después la experiencia y después pedir explicaciones (dibuja cómo quedará este objeto (c) cuando se cuelge)

NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA MATERIA



VARIACIÓN INTERCONTEXTUAL

Se han considerados fenómenos donde se pueden hacer preguntas significativas sobre la constitución de la materia en sólidos (g), líquidos (a, c, d, e y f) y gases (b y h)

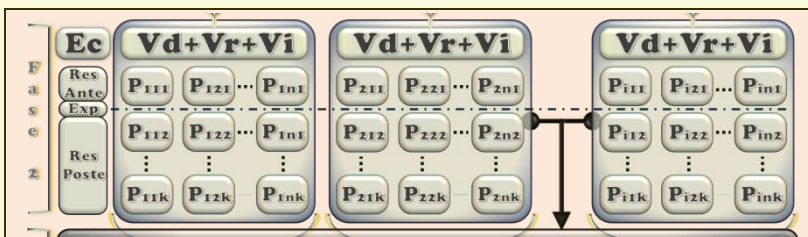
VARIACIÓN INTRACONTEXTUAL

Variaciones relevantes (jeringa con agua y con aire), irrelevantes (echar en e gotas de varios colores), del grado de dificultad. (a) es una situación más sencilla que (c) donde se mezcla agua y alcohol

ESTRATEGIAS DE CONFRONTACIÓN

En (a) y (b) se pide que hagan previsiones al bajar el émbolo con agua y aire, En (c) se pide previsión y en (d) se pide explicación, en (e) se pide previsión y en (f) se pide explicación

Desarrollo de la fase 2 de la metodología



Para cada contexto se aplican ahora estrategias de confrontación y de variación intracontextual (variación de complejidad, de factores relevantes e irrelevantes). Se trata de hacer algunos ejemplos concretos sin pretender aplicar dichas estrategias a todos los contextos

1. ESTRATEGIAS DE CONFRONTACIÓN

Se usará un contexto donde se solicita previsiones, y tras hacer la experiencia y ver resultados, se solicita explicaciones confrontando previsiones y resultados

2. VARIACIÓN DE LA COMPLEJIDAD

Para un contexto dado, formular preguntas variando su dificultad en la demanda o variando la complejidad de la situación (más objetos, más complejos, mayor interacción)

3. VARIACIONES RELEVANTES

Para un contexto dado, se formulan preguntas variando los diversos factores de la situación (tamaños, longitudes, formas, etc.) que afectan significativamente al resultado

4. VARIACIONES IRRELEVANTES

Para un contexto dado, se formulan preguntas variando los factores de la situación (tamaños, longitudes, formas, etc.) que no afectan significativamente al resultado

FUNDAMENTOS

Antes de que se apostara por el currículo por competencias (Delors, 1996; González y Wagenaar, 2006; Morín, 2001; OCDE, 2008), la enseñanza de contenidos específicos de ciencias, ya difíciles de aprender, justificaba la búsqueda de concepciones en el alumno; ahora que fomentar competencias supone un aprendizaje más complejo, parece que la información requerida del alumno debería ir más allá de las concepciones. Esa es la cuestión que se plantea en este trabajo: *si se admite que las concepciones del alumno aportan información para enseñar los contenidos específicos, entonces ¿de qué forma habría que obtener información en el alumno si lo que se pretende es fomentar competencias?*

Para responder a la anterior cuestión se dan, en un primer momento, unas pautas metodológicas generales para tratar el problema ligado a la obtención de información del alumno de interés para fomentar las competencias (IAFC). Después, con las pautas metodológicas establecidas se plantea una propuesta metodológica concreta y se dan algunos ejemplos para hacer más factible el uso de dicha metodología en la práctica educativa y, finalmente, se evalúa la utilidad didáctica de la información así tomada para fomentar competencias y, en general, se reflexiona sobre la validez y fiabilidad de los datos adquiridos.

Planteamiento del problema y pautas metodológicas

Las pautas metodológicas que se van a mostrar tienen un fuerte débito con las que se utilizaron con notable éxito en experiencias piagetianas a lo largo de cuatro décadas (Piaget, 1946; 1972; 1973; 1975; 1976; 1978b; 1978c; Piaget y Inhelder, 1948; 1971; 1976). Las nuevas pautas son una versión más explícita y actualizada de aquellas otras y se mantienen fieles al marco constructivista original de corte organicista. Otras opciones metodológicas, fundadas en teorías cognitivas de corte positivista, mecanicista o reduccionista (Marín, 2003b; Pozo, 2003), con principios ontológicos y epistemológicos diferentes al constructivismo orgánico (Marín, 2014b), no serán consideradas en este trabajo. La razón principal para tomar esta medida es la de procurar no perder coherencia metodológica con el marco del constructivismo orgánico (Marín, 2003b, 2005, 2010a).

En la rica variedad de manifestaciones cognitivas del alumno (manipular, dialogar, responder a un cuestionario, actuar competentemente, dibujar, etc.) intervienen sus esquemas cognitivos de manera desigual. Hay respuestas dadas al azar, inventadas o inducidas donde hay una implicación escasa de los recursos cognitivos; sin embargo, otras por ejemplo, la actuación competente, requieren de una activación intensa de recursos cognitivos asociados a la propia competencia.

Puesto que los esquemas que constituyen la estructura cognitiva son estables, ante una seriación de demandas o actividades externas, debe apreciarse cierto grado de

regularidad o estabilidad en la diversidad de manifestaciones cognitivas del sujeto. Se podría pensar que bajo tales manifestaciones subyace un esquema o una combinación de ellos, si las manifestaciones cognitivas presentan tipos de regularidades, tales como:

- **Repetición:** cuando ante una situación problemática y los cambios relevantes o irrelevantes de los factores que intervienen en la misma (variación intracontextual), las manifestaciones cognitivas del sujeto aparecen una y otra vez de forma parecida.
- **Generalización:** cuando se aprecia que ante una diversidad de variaciones del contexto (variación intercontextual) las manifestaciones cognitivas del sujeto aparecen una y otra vez de forma parecida.
- **Diferenciación:** Se refiere a la adecuación o acomodación de la manifestación cognitiva ante la aparición de situaciones, circunstancias novedosas o imprevistos que súbitamente aparecen en el escenario usual donde se da la actuación competente del sujeto.

En el contexto de una entrevista, siempre va a depender de la decisión subjetiva del investigador, el pensar que las regularidades de una serie de respuestas del entrevistado, pueden estar reflejando un esquema. Puede ocurrir que solo indicios de repetición sean suficientes para que el investigador piense en la existencia de un esquema de conocimiento, en otras ocasiones igual sea necesario que se den los tres tipos de regularidades. Ahora bien, de una sola respuesta del alumno es imposible ver algún indicio de regularidad. Para contrastar ésta es necesario de una *multiplicidad de respuestas* del entrevistado.

Un caso especial y típico de manifestaciones cognitivas regulares es el de las competencias; en efecto: éstas se ejecutan con resultados parecidos una y otra vez ante situaciones semejantes (*repetición*), ante la diversidad de variaciones del contexto en el escenario donde se ubica la competencia (*generalización*) y ante situaciones o circunstancias novedosas también se suele mantener el actuar competente (*diferenciación*). Por lo tanto, si hay una manifestación cognitiva que suponga un grado de implicación cognitiva notable, es precisamente la competencia (Marín & Uribe, en prensa).

La definición de “*competencia*” usualmente alude a la acción exitosa, adecuada o efectiva de una persona para desarrollar una actividad en un ámbito concreto. En una competencia se puede distinguir formalmente un escenario práctico donde surge la demanda cuya resolución es la propia competencia y el sujeto de la competencia con unas determinadas características biológicas, cognitivas y afectivas por cuya combinación surge la competencia. Según esto, la competencia no se debe confundir con las características internas del sujeto ni con la demanda externa sino que es justamente la actuación competente del sujeto.

Los anteriores planteamientos permiten responder a la cuestión principal de este trabajo: *¿qué información del alumno sería conveniente tomar si lo que se pretende es fomentar las competencias?* Se pone de manifiesto que la información que se busca debe manifestar ciertas características de regularidad (*repetición*, *generalidad* y/o *diferenciación*); por tanto, el investigador deberá manipular hábilmente la demanda de

las cuestiones o tareas planteadas a fin de conseguir una multiplicidad de respuestas en el entrevistado que permitan evaluar estas características de regularidad, para ello, habrá que considerar:

En primer lugar, las tareas propuestas en el cuestionario deberían contener situaciones, conflictos y problemas, tanto académicos como cotidianos, provocando estrategias de interacción entrevistado-cuestionario que propicien su mayor implicación afectiva y cognitiva, demandando además, respuestas tanto de su conocimiento declarativo como procedimental.

A continuación, para conseguir el máximo número de manifestaciones en el entrevistado, se deberían diversificar las demandas de las tareas introduciendo de modo progresivo variaciones intracontextuales e intercontextuales. Así, la posible constancia de las manifestaciones del estudiante ante dichas variaciones es lo que permitiría al investigador identificar aquéllas que son producto de la activación de los esquemas cognoscitivos de las que están dadas al azar.

Por último, otra estrategia metodológica que ayudaría al investigador a diferenciar las manifestaciones cognoscitivas significativas de las que no lo son, es la selección de una muestra de participantes de amplio rango de edad. De este modo, el investigador dispondrá de un amplio abanico de manifestaciones que le permitirán identificar mejor los diversos grados de madurez de los esquemas cognoscitivos activados para poner de manifiesto la competencia.

Con estas estrategias metodológicas, se podría reformular el objetivo general del trabajo, que ya no será *“lo que sabe el alumno sobre el contenido de enseñanza”*, sino más bien *“qué esquemas de conocimiento se activan en una determinada competencia”*.

Por lo dicho hasta ahora, se percibe poco adecuado enfrentar al alumno a preguntas directas sobre los diferentes contenidos académicos asociados a la competencia investigada. Este tipo de cuestionario con preguntas de carácter conceptual y académico ofrecen una información limitada y sesgada en el mejor de los casos (Jiménez-Gómez, Benarroch y Marín, 2006).

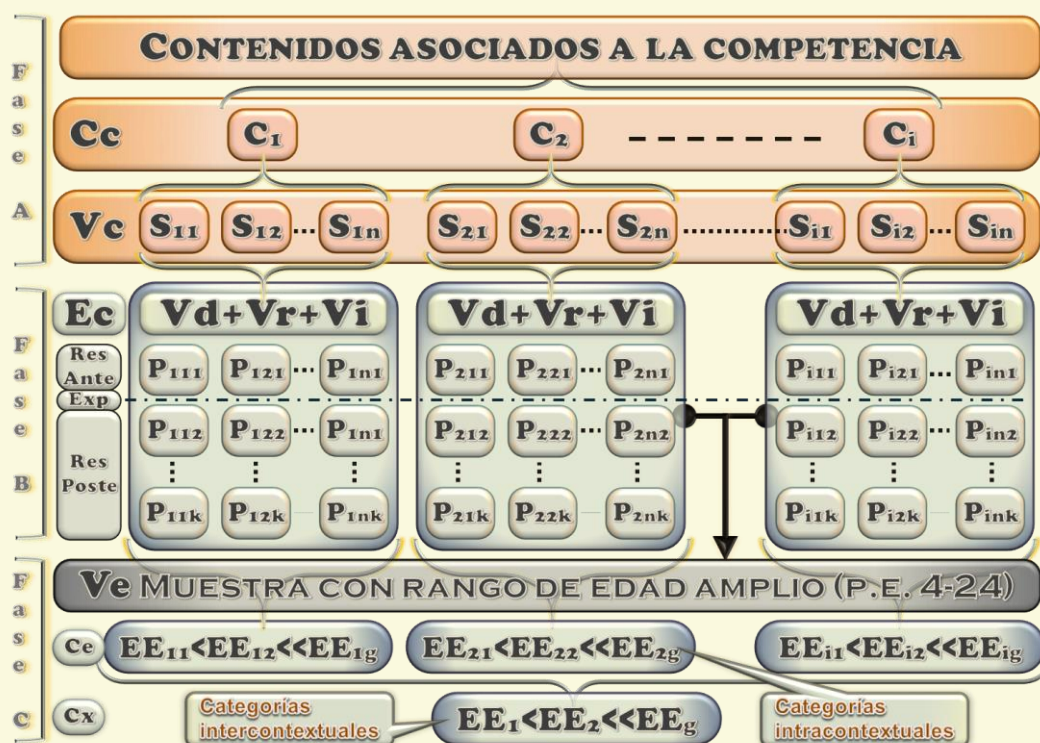
Si lo que se pretende es fomentar competencias entonces ¿cómo se deben hacer las preguntas al alumno? ¿qué se le debe preguntar? Dado que lo que se pretende es obtener información de sus esquemas de conocimiento, habría que enfrentar al alumno a un conjunto seriado de contextos prácticos con un buen número de variaciones intercontextuales e intracontextuales para que dichos esquemas puedan expresarse en toda su extensión. Las cuestiones planteadas deberán solicitar previsiones, inferencias, asignaciones de significados, búsquedas de relaciones, etc., y en general, todo aquello que active los esquemas de conocimiento.

Establecido el marco metodológico general, en el apartado siguiente se pretende sistematizar y detallar las pautas metodológicas que optimizan la obtención de la información significativa para fomentar competencias en los estudiantes.

Metodología

Se trata esencialmente de preparar un escenario apropiado para una interacción estrecha entre el conocimiento del investigador y el conocimiento del alumno, que permita al primero acopiar información suficiente y contrastada sobre la estructura cognitiva del segundo. A continuación, en la figura 1 se muestra un esquema de este escenario y de las fases del proceso metodológico propuesto, el cual se explica a continuación.

Figura 1. Esquema de la metodología a desarrollar (Significado de siglas en texto)



La metodología se presenta en tres fases: a) diseño del guión de la entrevista, b) interacción entre las tareas y el entrevistado (parte dinámica y flexible del guión de la entrevista) y c) análisis, categorización y tratamiento de datos (respuestas del alumnado).

Fase A. Diseño del guion de la entrevista.

Es la parte estática y declarada de la entrevista (“lo que el entrevistador prepara por escrito”). Está compuesta por un conjunto de tareas que cubren los aspectos más significativos del contenido objeto de investigación, los contextos concretos (tareas, situaciones físicas, problemas, escenarios prácticos, etc.) y un gradiente de dificultad para cada contexto. Este es el escenario fijo con el que van a interactuar todos los entrevistados a fin de disponer de la necesaria homogeneidad en la toma de datos y su categorización.

No hay que olvidar la dificultad que entraña el proceso “tomar información del alumno”. Sabido es que cualquier medición, por muy bien que se haga, siempre presenta un margen de error, el cual, en buena medida, depende del conocimiento y pericia del medidor. Pero si se trata de medir conocimiento, el error y la parcialidad es aún mayor

pues supone una compleja interacción entre el conocimiento del entrevistado y del entrevistador, de forma que lo más probable es que a partir de una misma muestra dos investigadores diferentes obtengan datos y conclusiones también diferentes.

El punto de partida de este tipo de investigación será admitir que tomar información del alumno siempre supone sesgos y distorsiones y lo único que podemos hacer es usar estrategias para disminuir esos efectos (Marín, 2003b). Por otra parte, el *conocimiento de partida del constructor* del cuestionario es importante pues determinará el formato final de éste y cómo se interpretarán los resultados.

Por ejemplo, si se va a sondear el conocimiento del alumno en un contexto de clase, podría ser suficiente que el entrevistador tenga un buen conocimiento del contenido académico, pero si se requiere la precisión de un trabajo de investigación de mayor envergadura, este conocimiento resulta insuficiente y será conveniente una documentación más profunda.

Es usual pensar que disponer de un conocimiento sobre la lógica del contenido que se va a investigar (el contenido en los libros de texto, historia y epistemología del contenido, estado actual, etc.) es suficiente para hacer un buen diseño de un cuestionario. Ciertamente que la lógica del contenido sirve para seguir cierta sistemática, no cometer errores conceptuales en el diseño de contextos o formular preguntas más o menos adecuadas pero resulta insuficiente para afrontar las diversas fases de la investigación. Sería también útil, por ejemplo, la documentación bibliográfica de otros autores que han trabajado el contenido o disponer de conocimiento psicológico asociado al contenido (aspectos generales del conocimiento del alumno, organización, formas de aprender, habilidad procedimental, etc.) a fin de adecuar las preguntas al entrevistado y realizar una interpretación y categorización más adecuada a la realidad cognitiva del sujeto.

Pero, ¿hasta dónde es posible diseñar el cuestionario usando la lógica del contenido que es objeto de investigación? El contenido, si es el único referente para diseñar el cuestionario, generará un exceso de sesgo en la información tomada (Jiménez-Gómez et al., 2006). Sin embargo, resulta imprescindible tomar las siguientes medidas en esta fase de la investigación:

- ***Precisar la lista de contenidos asociados a la competencia que es objeto de investigación (Cc).*** Si las metas de enseñanza están formuladas por competencias, habrá que precisar una lista de contenidos según los diferentes contextos prácticos donde se puede dar la competencia que es objeto de investigación. Será importante diferenciar en dicha lista (C_1 , C_2 , ... C_n), los contenidos específicos de los generales y procedimentales (Uribe & Marín, 2012). Trabajos que han tenido como objeto fomentar competencias convergen en admitir que no basta considerar los contenidos específicos, es preciso fomentar también aspectos generales de la cognición, principalmente ligados a lo procedimental, al grado de abstracción de los contenidos o a los procesos metacognitivos (Lawson, 1993; Marín & Benarroch, 1999; Mayer, 1986; Niaz, 1989; Pozo & Pérez Echeverría, 2009; Shayer & Adey, 1984; Yalile Sánchez, 2007). Sobre capacidades procedimentales existen algunos protocolos ya estandarizados (Inhelder y Piaget, 1972; Shayer y Adey, 1984).

- ***Diseñar estrategias de variación contextual (Vc).*** Crear cierta sistemática en las cuestiones, situaciones y objetos que se van a poner en juego en la entrevista para cada contenido (S_{11} , S_{12} , ... S_{in}). Está demostrado que con definiciones “tipo diccionario” se ofrece al alumno menos posibilidades para expresar su conocimiento que si se le hace interaccionar con la extensión (referentes concretos) del concepto (Benarroch, 1998; Marín, 1994b). La mejor estrategia es diseñar tareas, situaciones problemáticas o fenómenos donde se ponga en juego de un modo operativo y práctico los conceptos que integran el contenido. O dicho de otro modo, habría que enfrentar al alumno con la diversidad de fenomenologías asociadas al contenido para darle oportunidad a expresar el mucho o poco conocimiento que pueda tener de éste. Sería importante entresacar contextos tanto del entorno académico como cotidiano del alumno sobre todo si el objeto de investigación es la competencia. Poseer un buen conocimiento del contenido permite precisar y enriquecer mejor la sistemática de los objetos y situaciones que se van a implicar en las preguntas, lo que permitirá un diseño ordenado y homogéneo de las cuestiones.

- ***Diseñar estrategias de variación del grado de dificultad (Vd).*** Para cada contexto, hay que diseñar un gradiente de complejidad que vaya desde situaciones sencillas donde la interacción entre los objetos implicados en cada situación, se rige por relaciones causales elementales (Pozo y Gómez Crespo, 1998) hasta otras más complejas, por ejemplo donde la geometría de los objetos, el número de estos y sus interacciones se hacen más complejas. Se trata de diseñar “una regla graduada” donde se dé oportunidad al sujeto para expresarse tanto si posee versiones más primitivas y menos maduras de un esquema como si dispone de versiones más desarrolladas, y donde sea posible apreciar en cada caso, sus posibilidades y limitaciones.

En pocas palabras, usando criterios ligados al contenido de investigación es posible realizar un primer diseño del guión de la entrevista, parcializar el contenido, precisar una diversidad de contextos concretos (variación contextual) y establecer un gradiente de dificultad para cada contexto (variación del grado de complejidad).

Obsérvese que ahora ya no se hace interactuar al entrevistado directamente con las preguntas académicas sino con cada uno de los contextos específico (S_{11} , S_{12} , ... S_{in}) que deberán estar diseñados de tal modo que dicha interacción aporte información significativa del conocimiento del alumno sobre cada uno de los contenidos en los que se ha dividido la competencia.

Es pertinente un estudio previo donde se haga interactuar a una muestra de sujetos con una diversidad de contextos, pues permitiría seleccionar los que aporten mayor información. Ahora bien los modos para hacer interactuar al sujeto con los contextos prácticos, parte central de la metodología, es la que se analiza en la segunda fase.

Fase B. Interacción del entrevistado con las tareas del cuestionario.

Una vez fijada la diversidad de contextos específicos ligados a la competencia que se investiga, en la fase B se debe concretar cómo se va a hacer interactuar al entrevistado con cada contexto. Esto se puede hacer desde una simple pregunta hasta la resolución de un problema complejo que implique las diferentes capacidades del sujeto.

Todas las medidas metodológicas que siguen tienen un mismo propósito: *implicar cognitivamente y afectivamente al sujeto para que ponga de manifiesto sus esquemas de conocimiento (Ec); los mismos que se implican para poner de manifiesto la competencia objeto de investigación*. Una segunda cuestión clave, complementaria con la anterior, será: *para acercarse a la realidad cognitiva de un supuesto esquema demandar una serie o sucesión de respuestas obtenidas en el contexto técnico de entrevista individual* donde se entrelazan una sucesión de preguntas del investigador en función de las respuestas del entrevistado, en un intento por profundizar en su realidad cognitiva, procurando en todo momento no inducir al sujeto a dar una respuesta determinada (Marín, Jiménez-Gómez y Benarroch, 2004). En esta serie de preguntas o solicitudes es básico no inducir al alumno para dar una respuesta determinada. El principal valor de esta fase es preservar la espontaneidad cognitiva y afectiva del entrevistado.

Estas estrategias metodológicas tendrían el siguiente orden de aplicación en el entrevistado:

- **Estrategias de variaciones relevantes e irrelevantes (V_r , V_i).** Supone una visión dinámica de la interacción del sujeto con el contexto de una cuestión donde el investigador hace una sucesión de preguntas P_{ij1} variando las características de los objetos o la interacción entre ellos. Se denomina “*variación relevante*” cuando se modifica un factor de la situación que produce una alteración relevante o modifica significativamente un resultado y “*variación irrelevante*” cuando el cambio del factor no supone ningún tipo de alteración relevante en la situación o del resultado. Podría parecer que las variaciones irrelevantes carecen de utilidad, sin embargo aportan una información valiosa sobre el grado de desarrollo de un esquema al comprobarse si distingue entre lo relevante e irrelevante, el modo que tiene de gestionar las irrelevancias o si simplemente carece del esquema adecuado y el sujeto se deja llevar por “*engaños perceptivos*”. Véase el ejemplo de la figura 2:

Figura 2 Diversas situaciones de equilibrio donde se aplican estrategias V_r y V_i



En una experiencia para analizar las manifestaciones cognitivas del alumno ante situaciones de equilibrio mecánico se diseñan cuatro contextos:

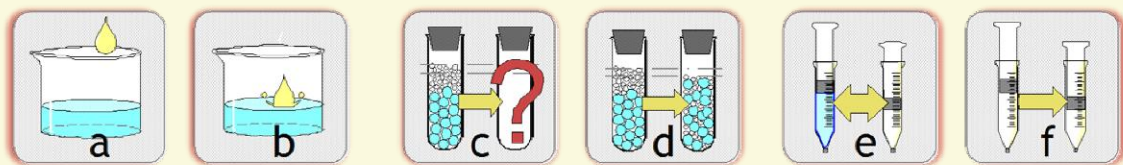
- Son objetos apoyados en una base de alambre. Las variaciones relevantes e irrelevantes se van creando al modificar la forma de la plastilina y la inclinación del alambre; son variaciones irrelevantes cuando el centro de la masa no sale del plano de sustentación, es decir, cuando los cambios, por aparatosos que sean, no suponen pérdida del equilibrio.
- Son objetos que se cuelgan de un soporte donde las variaciones relevantes e irrelevantes se ejecutan sobre la forma del alambre y de la plastilina. Respecto al rasgo esencial de cada situación de equilibrio, a saber, el centro de masas siempre está en la vertical del punto donde se engancha el objeto, todas las variaciones son irrelevantes salvo cuando en el codo del alambre se coloca más plastilina.

(c) Es un caso especial de equilibrio donde los centros de masas están lejos del punto de soporte. Las variaciones relevantes son todas aquellas en las que el centro de masas está por encima del punto de sustentación.

(d) Son bloques de madera de distinto material, inclinación, sección y altura donde se analiza qué factores son los que intervienen para el caso de los bloques que se caen al sustentarse o las características de los que quedan en pie.

- **Estrategias de confrontación (Ec).** Como el término indica tienen por objeto implicar cognitivamente al sujeto confrontando su punto de vista con datos empíricos, aludiendo a evidencias o a la supuesta opinión de otros sujetos. Cuando el sujeto está frente a un contexto físico real, la estrategia de confrontación tiene básicamente dos fases a) fase de predicción donde se solicita anticipar los posibles resultados de un hecho o evento (ResAnte en fig.1) y b) fase de verificación empírica y posterior creación de conflicto cognitivo, donde el investigador o el estudiante lleva a cabo un experimento (Exp en fig.1) y los resultados se confrontan con las respuestas dadas en la fase anterior (ResPoste en fig.1).

Figura 3. Ejemplos de estrategias de confrontación con el tópico naturaleza corpuscular de la materia



En la figura 3 se muestra un ejemplo de los contextos utilizados para tomar información sobre la “*naturaleza corpuscular de la materia*”, que ilustra bien las estrategias de confrontación. En (a) se solicitan previsiones de color al echar gotas de soluto coloreado en un vasito de agua y se confronta con la observación en (b) de la ausencia aparente de color (pregunta: ¿dónde está la gota de color amarillo si se ve todo transparente? ¿cómo verías el interior de este vasito si tuvieras un potente microscopio?). En (c) se dispone de un tubo con alcohol y agua y se piden previsiones sobre el resultado de la mezcla, que se confronta con la observación en (d) de una disminución del volumen, frente a la conservación del peso (pregunta: ¿cómo verías con un microscopio muy potente el interior de la mezcla del alcohol y del agua?). En (e) y (f) se piden previsiones sobre la compresibilidad del aire y del agua y se confrontan los resultados frente a las observaciones empíricas del aire y el agua contenidos en una jeringa (pregunta: dibuja cómo verías el aire y el agua si tuvieras un microscopio muy potente intentando explicar las distintas compresibilidades).

Tanto las estrategias de confrontación como de variación relevante e irrelevante se pueden aplicar en cada contexto. El investigador, como mediador de la interacción del sujeto con los contextos, deberá tomar la decisión de dónde aplicar cada estrategia o en qué momento de la entrevista no es necesario seguir incrementando el grado de complejidad. En el protocolo inicial del cuestionario se debe dejar por escrito la diversidad de contextos y los incrementos de complejidad, el resto de estrategias, al ser

protocolos reiterativos, se gestionaran adecuadamente por parte del investigador a lo largo de la entrevista individual.

Fase C. Análisis, categorización y tratamiento de datos.

El proceso de construcción de las categorías que organizan y dan sentido a la multiplicidad de respuestas. Con las pautas metodológicas anteriores se obtiene una multiplicidad de respuestas por cada alumno y para que sea útil esta cuantiosa y variada información es necesario un proceso de síntesis y categorización coherente con los trazos teóricos y metodológicos dados. El proceso de categorización deberá pues cumplir algunos requisitos:

- Las categorías son síntesis de información agrupando series de respuestas dadas a variaciones intracontextuales que cumplen requisitos de regularidad (repetición, generalidad y diferenciación). Con esta medida aumentará la probabilidad de que la información categorizada provenga de algún esquema de conocimiento. Habría que ver como sospechosas las series de respuestas que no cumplen con estos requisitos pues es muy posible que se hayan dado al azar, inventadas o inducidas por la pregunta.
- Para que la información categorizada delimite mejor los diferentes grados de maduración en que se encuentra un esquema será mejor adoptar un “formato evolutivo” ordenando las categorías desde las más sencillas a las más complejas atendiendo a criterios primordialmente ontogenéticos. Dos medidas metodológicas habrá que tomar para garantizar una amplia variación de respuestas: a) tomar un rango de edad amplio (por ejemplo 5-24 años) y b) llevar a cabo en cada contexto variaciones del grado de dificultad (Vd) de acuerdo al rango de edad establecido.

El proceso de categorización requiere, en primer lugar, identificar y sintetizar series de respuestas que, inicialmente, se agrupan inductivamente por criterios de semejanza y diferencia y, además, muestran cierto grado de estabilidad (repetición, generalidad, diferenciación) ante estrategias de variación (relevante, no relevante y del grado de complejidad). A estas categorías reconstruidas por el investigador se denomina “*esquemas explicativos*” (EE) (Benarroch, 1998; Marín, 1994b).

La información agrupada en esquemas explicativos, se ordena en formato evolutivo, ordenando dichos esquemas jerárquicamente siguiendo criterios ontogenéticos. Se denominarán “*niveles explicativos*” al conjunto de esquemas explicativos ordenados de modo que un determinado nivel esté caracterizado por unos *logros* que suponen la superación de limitaciones del nivel anterior y unas *limitaciones*, parciales o totales, que son las que se superan en el nivel superior (Benarroch, 2000; Marín, 1994b). El resultado de esta jerarquización es una serie de categorías empíricas ordenadas en niveles explicativos (en la figura 1: $EE_{11} < EE_{12} < \dots < EE_{1g}$ para el contexto C_1 ; $EE_{21} < EE_{22} < \dots < EE_{2g}$; para el contexto C_2 y $EE_{i1} < EE_{i2} < \dots < EE_{ig}$ para el contexto C_n). Los EE en este caso surgen de las series de respuestas generadas por variación intracontextual.

Con la metodología empleada, es plausible pensar que un esquema explicativo es la representación declarativa y externa de un esquema de conocimiento. Cuando EE se formalizan para crear variables categoriales ordinales en tratamientos cuantitativos multivariados se denominan *categorías empíricas* (Ce en figura 1).

Los esquemas y niveles explicativos se ordenan no tanto siguiendo usuales criterios lógicos del contenido académico (referente de la respuesta correcta) como por criterios ontogenéticos que ofrece el contexto teórico del constructivismo organicista (características cognitivas que han mostrado ser relevantes en el proceso evolutivo del sujeto). En las investigaciones realizadas hasta el momento siguiendo la metodología propuesta, un criterio ontogenético prestado de la teoría piagetiana, que a la postre resultó ser altamente significativa para jerarquizar las categorías ha sido el “*grado de transformación del aspecto figurativo de la tarea por la intervención del esquema de conocimiento*”, es decir, la capacidad del entrevistado para desarrollar imágenes de previsión sobre qué sucederá en una situación si se hiciera tal o cual cosa aplicando estrategias de variación. Otro criterio significativo se podría formular así: “*gestión de los datos tras un conflicto cognitivo*”, algo que se puede contrastar gracias a las estrategias de confrontación donde el sujeto está obligado a sacar lo máximo de su esquema de conocimiento para intentar superar el “*conflicto cognitivo*” que le ha creado el investigador.

Se ha constatado que en los análisis multivariantes realizados, las variables basadas en categorías construidas con respuestas dadas tras un conflicto cognitivo son las que el análisis mostraba como más significativas, discriminatorias y las que mejor recogían el nivel de maduración del esquema de conocimiento de un determinado sujeto (Jiménez-Gómez et al., 2006) quizá por la fuerte implicación cognitiva que conlleva el conflicto cognitivo.

En un momento dado, el proceso de categorización, interactivo y dialéctico entre el respeto a los datos empíricos y la interpretación de estos a través del modelo cognitivo que orienta la investigación, finaliza cuando las respuestas de nuevos sujetos encajan en alguna de las categorías ya formuladas para la diversidad de contextos. Este momento se ha denominado de “saturación” (Taber, 2000) y fija más o menos la dimensión de la muestra de sujetos.

El uso de estrategias de variación y confrontación de la fase cualitativa para discriminar respuestas que cumplen requisitos de estabilidad frente a las que no cumplen (información que posiblemente no proviene de los esquemas del sujeto) supone una primera aproximación para discriminar entre las respuestas, aquellas que tienen mayor grado de validez y fiabilidad. Es posible aumentar este grado si con los datos categorizados se construye una matriz de casos y variables, donde para cada contexto se define una variable categorial ordinal (sin métrica) y a cada sujeto se le asigna el orden que toma en cada variable. Esta matriz es susceptible de un análisis multivariable semicuantitativo y aporta un análisis más profundo de la validez y fiabilidad de los datos obtenidos a añadir a los criterios de regularidad practicados en la fase cualitativa.

El análisis multivariable permite también una ulterior comprobación del grado de significación de la categorización y jerarquización de las respuestas realizadas en la fase cualitativa utilizando técnicas como análisis factorial por componentes principales, análisis de clusters, y análisis de correspondencia. Mediante estas técnicas es posible agrupar las categorías previamente obtenidas en el análisis cualitativo (Ce) en “categorías estructurales” (Cx), así como caracterizar las variables definidas en el análisis cualitativo de acuerdo al grado de discriminación que ofrecen.

Uno de los módulos estadísticos que mejor se adaptan a las variables categoriales ordinales es el análisis de correspondencia. Éste utiliza las variables más relevantes para construir un espacio bidimensional gráfico donde se proyectan las Ce de cada variable y mostrando gráficamente las “distancias” entre ellas. Las Ce que muestran una significativa cercanía se pueden agrupar en una sola categoría. Es así cómo se construyen las nuevas categorías denominadas estructurales (Cx) que muestran mayor grado de discriminación que las categorías construidas de forma cualitativa.

Con la información obtenida en el análisis cuantitativo es posible pasar a un último tratamiento cualitativo y, si la estructura de los datos lo permite, el ideal de este último proceso es llegar a una sola sucesión de niveles explicativos síntesis de las variaciones intercontextuales (en la figura 1: $EE_1 \dots EE_1 < EE_2 < \dots EE_g$), es decir, llegar a una sucesión de niveles de esquemas de conocimiento sobre el contenido investigado común a todos los contextos empleados en la investigación.

En Marín (1994b) y Benarroch (1998) se encuentran dos ejemplos detallados de esta propuesta de combinar las metodologías cualitativa y cuantitativa para explorar los esquemas cognitivos de los estudiantes (también en Jiménez-Gómez et al., 2006; Marín et al., 2004).

Valoración de la metodología propuesta

Mostrar la información tomada al alumno con la metodología expuesta organizándola por esquemas explicativos y dándole un orden evolutivo, supone un esfuerzo adicional respecto a otros modos de describir el conocimiento del alumno (Marín et al., 2001).

Hay razones para pensar que la información obtenida posee mayor fiabilidad y validez y, a la vez, aporta indudables valores didácticos entre los que cabría destacar los siguientes:

- Al estar enfocada la recogida de datos para “reconstruir” por parte del investigador los esquemas específicos y generales a partir de series de manifestaciones cognitivas del sujeto, se dispone de una información valiosa para hacer diseños de enseñanza encaminados a fomentar competencias. Habiendo diseñado el guión de la entrevista en un contexto de variaciones contextuales, del grado de complejidad, de edades y de aspectos relevantes e irrelevantes, el investigador dispone de una ingente cantidad de datos para “reconstruir” de modo fiable y válido los esquemas de conocimiento ligados a la competencia.
- La aplicación, en un contexto de coherencia teórica, de una metodología que combina *estrategias cualitativas* en el diseño del cuestionario (estrategias de variación contextual), en la interacción del entrevistado con el cuestionario (estrategias de variación y de confrontación) y en el proceso de categorización de datos, con *estrategias cuantitativas* (análisis multivariable), hace posible discriminar las respuestas del alumno que provienen de sus esquemas de aquellas otras que son de compromiso, dadas al azar o inventadas. Con este tipo de información, cuya adquisición se ha llevado a cabo evitando sesgos y tergiversaciones en la medida de lo posible, se pueden hacer diseños de intervención didáctica más acomodados a las peculiaridades cognoscitivas del alumnado.

- El objetivo usual para tomar información del alumno, “*ver que sabe sobre el contenido objeto de enseñanza*”, con la nueva metodología cambia sustancialmente. Ahora se trata de usar estrategias metodológicas para que se manifiesten en toda su extensión los esquemas de conocimiento del alumno representados por los esquemas explicativos, los cuales serían su versión declarativa y externa que reconstruye el investigador a partir de series de respuestas de los entrevistados. No se trata de un simple cambio de terminología sino que es el propio contexto teórico el que aporta constructos propios de la cognición del sujeto tales como capacidad de transformación cognitiva, dependencia de lo figurativo, estabilidad de esquemas, etc., que permite interpretaciones y crear un orden para los datos que van más allá de la dirección correcto-incorrecto, característica que usualmente se usa para buscar e interpretar la información del alumno, como principal referente, del contenido académico. Obsérvese que la capacidad de organizar la información del alumno por niveles explicativos proviene del contexto teórico de donde se deducen las estrategias de variación contextual, del grado de complejidad y de edad principalmente.
- La descripción del conocimiento por niveles “obliga” a expresar éste en positivo, es decir, cada nivel vendrá definido por limitaciones respecto al siguiente y por las capacidades que lo distinguen del anterior; esto supone un progreso respecto a los trabajos en los que buena parte de la muestra está en la categoría “no sabe” (definición del conocimiento por connotaciones negativas). Ahora será posible realizar diseños de enseñanza en función de lo que el alumno sabe, más adecuados y precisos que si se hacen respecto a sus desconocimientos. Disponer de la información de modo evolutivo en lugar de limitarse a una “foto instantánea” del estado de conocimiento a una determinada edad permite entender cómo cambian las estructuras, lo que supone un prerrequisito para diseñar actividades que proporcionen secuencias óptimas de experiencias que favorezcan los cambios conceptuales deseados en el dominio específico (Vosniadou y Ioannides, 1998). Describir el cambio evolutivo de los esquemas específicos a través de los mecanismos y barreras cognoscitivas que facilitan o dificultan esa evolución es imprescindible si lo que se pretende es acoplar la formación de competencias a la evolución cognoscitiva del alumno (Benarroch, 2000).
- Al estructurar las respuestas del alumnado en niveles explicativos, asociados en promedio a un intervalo de edad, se está sintetizando la gran diversidad de datos tomados para ser aplicados del modo más eficaz posible: a) al conocer los porcentajes de alumnos que se encuentran en cada nivel, se puede hacer diseños de intervención más ajustados; b) la secuenciación de los contenidos y subcontenidos que son objeto de enseñanza es inmediata si se hace correr paralela a las sugerencias que aportan los niveles; c) ahora que el docente tiene la mejor información del esquema de conocimiento del alumno podrá buscar modos de enseñanza más adecuados para activarlos, al fin y al cabo el aprendizaje supone procesos de asimilación y acomodación de los contenidos nuevos por parte de los esquemas de conocimiento del alumno.

Al describir el conocimiento del alumno por esquemas específicos y generales se está realizando una gran labor de síntesis ya que una de las conclusiones más relevantes de

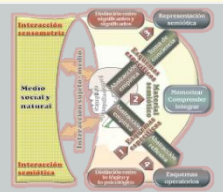
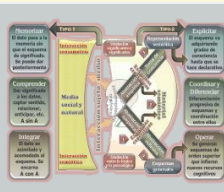
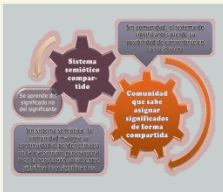
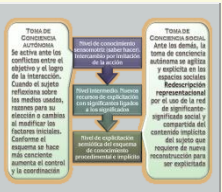
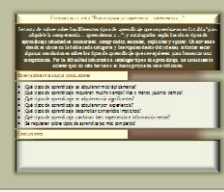
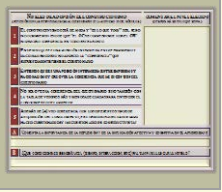
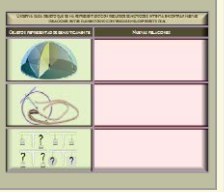
nuestras investigaciones es que pocos esquemas permiten explicar una gran diversidad de respuestas (Benarroch, 1998; Marín, 1994b). El investigador le está pasando al docente de ciencias una información sintetizada, fiable y preparada para su aplicación eficaz en el aula. Ahora bien, la envergadura de este tipo de investigación y las exigencias de formación en este tipo de metodología para aplicarla competentemente, hace poco viable su uso en contextos de “investigación en la acción”, más bien se percibe su aplicación como un proyecto de trabajo en equipo donde se de una fuerte coordinación entre investigadores y docentes.

Ahora que progresivamente se está implantando el currículo por competencias, sería conveniente apostar decididamente por él, a pesar de la complejidad teórica y metodológica que están mostrando las experiencias de aula realizadas hasta el momento, que parecen sugerir abordarlas a modo de proyecto a largo plazo y con equipos interdisciplinarios coordinados (Marín & Uribe, en prensa; Uribe & Marín, 2012; Uribe et al., 2006).

MÓDULO 5. APRENDIZAJES NECESARIOS PARA EL ACTUAR COMPETENTE

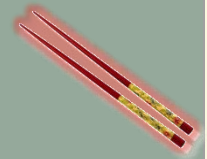
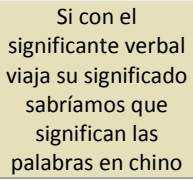
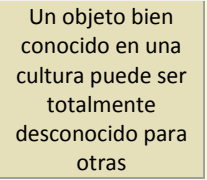
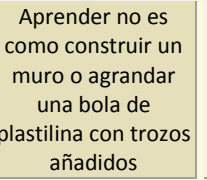
En el módulo 4 se muestra la importancia de una buena metodología para tomar información del aprendiz. Ahora se revisan los diferentes tipos de aprendizajes requeridos para fomentar competencias. Información cognitiva y tipos de aprendizaje va permite el diseño de una enseñanza más ajustada al aprendiz para transformar los diferentes contenidos académicos en nuevas estructuras cognitivas que posibiliten el actuar competente.

SECUENCIACIÓN

Módulo 5. Aprendizajes necesarios para el actuar competente					
Contenidos					
	1. Modelo AcS: esquemas, asimilación, acomodación, abstracción simple y reflexiva	3. Aprendizajes sencillos: integrar, comprender y memorizar. Complejos: explicitar, coordinar, operar	6. Aprendizaje vía interacción por significantes: La simbiosis del sistema semiótico con comunidad	7. Toma de conciencia autónoma frente a la social: el uso de los materiales semióticos para representar objetos	9. Construcciones cognitivas por procesos de reflexión sobre objetos en representación semiótica
Actividades					
	2. Por intuición o por analogía se intentará dar imágenes no reduccionistas sobre qué es y que no es el aprendizaje	4. Reflexionar con la tabla "para adquirir la competencia ... aprendemos a ...", según los cinco tipos de aprendizaje	5. Se evidencia que los significados y su vínculo con significantes son construcciones sociales	8. Introspección sobre un aprendizaje tan difícil como llegar a ser constructivista en teoría y en la práctica	10. Relaciones nuevas encontradas por reflexión con objetos representados con recursos semiótico

ACTIVIDADES

¿Qué es el aprendizaje? Buenas y malas imágenes

		<p>Sobre el aprendizaje hay un lenguaje confuso: a menudo se confunde con buenas condiciones de enseñanza o técnicas de estudio y se supone que es fácil</p>		<p>Reflexión:</p>	
SIGNIFICANTES CARENTES DE SIGNIFICADO		¿ES AÑADIDO O ASIMILADO?		¿FÁCIL O DIFÍCIL?	
					
					
<p>Si con el significante verbal viaja su significado sabríamos que significan las palabras en chino</p>		<p>Un objeto bien conocido en una cultura puede ser totalmente desconocido para otras</p>		<p>Aprender no es como construir un muro o agrandar una bola de plastilina con trozos añadidos</p>	
<p>Es condición necesaria dar significado a lo que se va a aprender pero no suficiente ¿por qué?</p>		<p>No se aprende conforme llegan las palabras o se experimenta sino que se precisan procesos más tortuosos</p>		<p>El aprendizaje en general supone un proceso de asimilación tan complejo como puede ser la digestión</p>	
REFLEXIONA SOBRE EL APRENDIZAJE Y EXPRESA FINALMENTE QUÉ PUEDE SER					

Tipos de aprendizaje para lograr una competencia

CATEGORIZAR LA TABLA "PARA ADQUIRIR LA COMPETENCIA ... APRENDEMOS A ..."

SE TRATA DE VOLVER SOBRE LOS DIFERENTES TIPOS DE APRENDIZAJE QUE SE PRECISARON EN LA TABLA "PARA ADQUIRIR COMPETENCIA ... APRENDEMOS A ...", Y CATALOGARLOS SEGÚN LOS CINCO TIPOS DE APRENDIZAJE ESTUDIADOS: MEMORIZAR, COMPRENDER, ASIMILAR, EXPLICITAR Y OPERAR. OBSERVANDO DONDE SE UBICA EN LA TABLA CADA CATEGORÍA Y LAS REGULARIDADES DETECTADAS, INTENTAR SACAR CONCLUSIONES SOBRE LOS TIPOS DE APRENDIZAJE QUE SE REQUIEREN PARA FOMENTAR UNA COMPETENCIA. POR LA DIFICULTAD INHERENTE A CATALOGAR TIPOS DE APRENDIZAJE, NO ES NECESARIO ACLARAR QUE EN ESTA TAREA NO SE BUSCA PRECISIÓN SINO REFLEXIÓN.

ORIENTACIONES PARA SACAR CONCLUSIONES

- ¿Qué tipos de aprendizaje requieren mucho tiempo? Más o menos ¿cuánto tiempo?
- ¿Qué tipos de aprendizaje se adquieren vía significantes?
- ¿Qué tipos de aprendizaje se adquieren por experiencia?
- ¿Qué tipos de aprendizaje desarrollan contenidos implícitos?
- ¿Qué tipos de aprendizaje combinan bien experiencia e información verbal?
- ¿Se requieren sobre tipos de aprendizajes más complejos?

CONCLUSIONES

La influencia social para dar significado a las palabras

	<p>Es usual pensar que el significado de una palabra es lo que se encuentra escrito en un diccionario, sin embargo eso no es exactamente así</p>	<p>Reflexión:</p>
¿QUÉ ES EL SIGNIFICADO?	ES UNA CUESTIÓN CULTURAL	¿CON QUÉ SE ASIGNA EL SIGNIFICADO?
		
<p>La relación entre la palabra y el significado que se le asigna es arbitraria</p>	<p>Escritura encontrada de una cultura extinguida sobre la que no se tiene información</p>	<p>Lo que hace sentir es el significado, no el significante y varía de una persona a otra</p>

REFLEXIONA SOBRE LAS DIFERENCIAS ENTRE EL SIGNIFICADO PERSONAL Y EL SIGNIFICADO DEL DICCIONARIO

<p>La palabra se vincula a los significados por convenio social y solo vale en su contexto cultural</p>	<p>Escritura y objetos de otras culturas no parecen tener significado para la nuestra</p>	<p>Dar significado se da con lo que se sabe, se siente y con el propio cuerpo</p>
<p>Ejemplo de palabras que pueden tener significados diferentes</p>	<p>Ejemplo de palabras que hayan sufrido una etimología curiosa</p>	<p>Ejemplo de un significado que difiera mucho de una persona a otra</p>

Toma de conciencia: hasta dónde soy constructivista

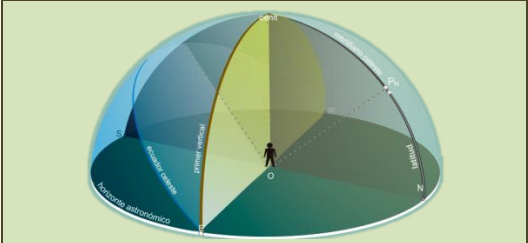
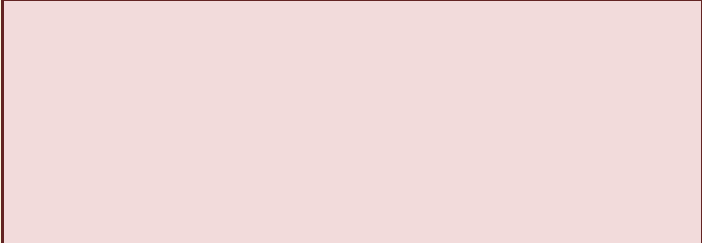
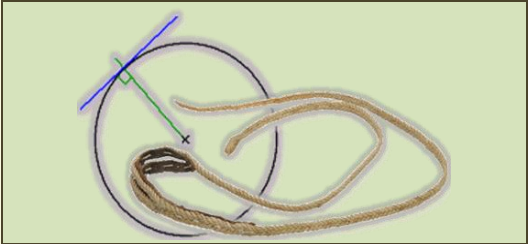
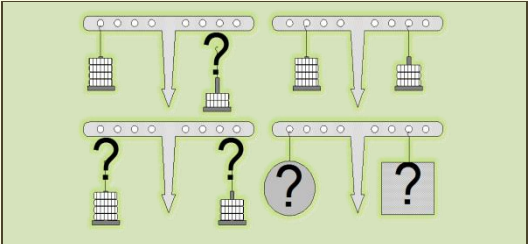
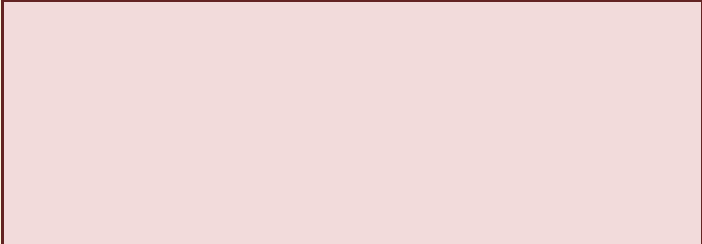
NIVELES DE ADOPCIÓN DEL CONSTRUCTIVISMO <small>(REFLEXIÓN CON LAS RESPUESTAS DADAS AL CUESTIONARIO DE LA ACTIVIDAD 1B DEL MÓDULO 3)</small>	COMENTAR EL NIVEL ELEGIDO <small>(DESCRIBA MÁS BIEN LO QUE SIENTA)</small>
<p>1 EL CONSTRUCTIVISMO ESTÁ DE MODA Y “ES LO QUE TOCA” SER, PERO NO COMPRENDO ESO DE QUE “EL OC SE CORRESPONDE CON EL OR” NI PERCIBO COHERENCIA EN TODO ESTE ASUNTO</p>	
<p>2 ENTIENDO QUE ES UNA POSICIÓN INTERMEDIA ENTRE EMPIRISMO Y RACIONALISMO PERO NO APRECIO LA “COHERENCIA” QUE SUPUESTAMENTE TIENE EL CUESTIONARIO</p>	
<p>3 ENTIENDO QUE ES UNA POSICIÓN INTERMEDIA ENTRE EMPIRISMO Y RACIONALISMO Y CREO VER LA COHERENCIA QUE ME DICEN TIENE EL CUESTIONARIO</p>	
<p>4 NO SOLO VEO LA COHERENCIA DEL CUESTIONARIO SINO TAMBIÉN CON LA TABLA DE VISIONES MÁS Y MENOS ADECUADAS PARA ENTENDER EL CONOCIMIENTO DEL APRENDIZ</p>	
<p>5 ADEMÁS DE (4) VEO COHERENCIA CON LOS DIFERENTES TIPOS DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, EN LOS MODOS ADECUADOS PARA HACER CUESTIONARIOS Y ¡MI CUESTIONARIO ES CONSTRUCTIVISTA!</p>	
<p>A COMENTA LA IMPORTANCIA DE LA REFLEXIÓN Y DE LA IMPLICACIÓN AFECTIVA Y COGNITIVA EN EL APRENDIZAJE</p>	
<p>B ¿QUÉ CONDICIONES DE ENSEÑANZA (TIEMPO, INTERACCIÓN, ETC) FALTAN PARA LLEGAR AL NIVEL 5?</p>	

Buscando nuevas relaciones por reflexión semiótica

OBSERVA CADA OBJETO QUE SE HA REPRESENTADO CON RECURSOS SEMIÓTICOS E INTENTA ENCONTRAR NUEVAS RELACIONES ENTRE ELEMENTOS NO CONTENIDAS EN SU REFERENTE REAL

OBJETOS REPRESENTADOS SEMIÓTICAMENTE

NUEVAS RELACIONES



FUNDAMENTOS

Desde CO se ofrece una visión orgánica del aprendizaje resulta plausible para desarrollar una enseñanza que permita fomentar las competencias y muestra diversas ventajas frente a otras opciones. En primer lugar, se muestra la organización cognitiva del sujeto donde se da una imagen estática de las estructuras cognitivas ya esbozadas en los módulos 2 y 3 para así, en segundo lugar, proponer las mecánicas que permiten enriquecer y transformar dichas estructuras, así como analizar cómo se entrelazan con los contenidos semióticos culturales para beneficio mutuo, creando así nuevas estructuras.

Organización cognitiva

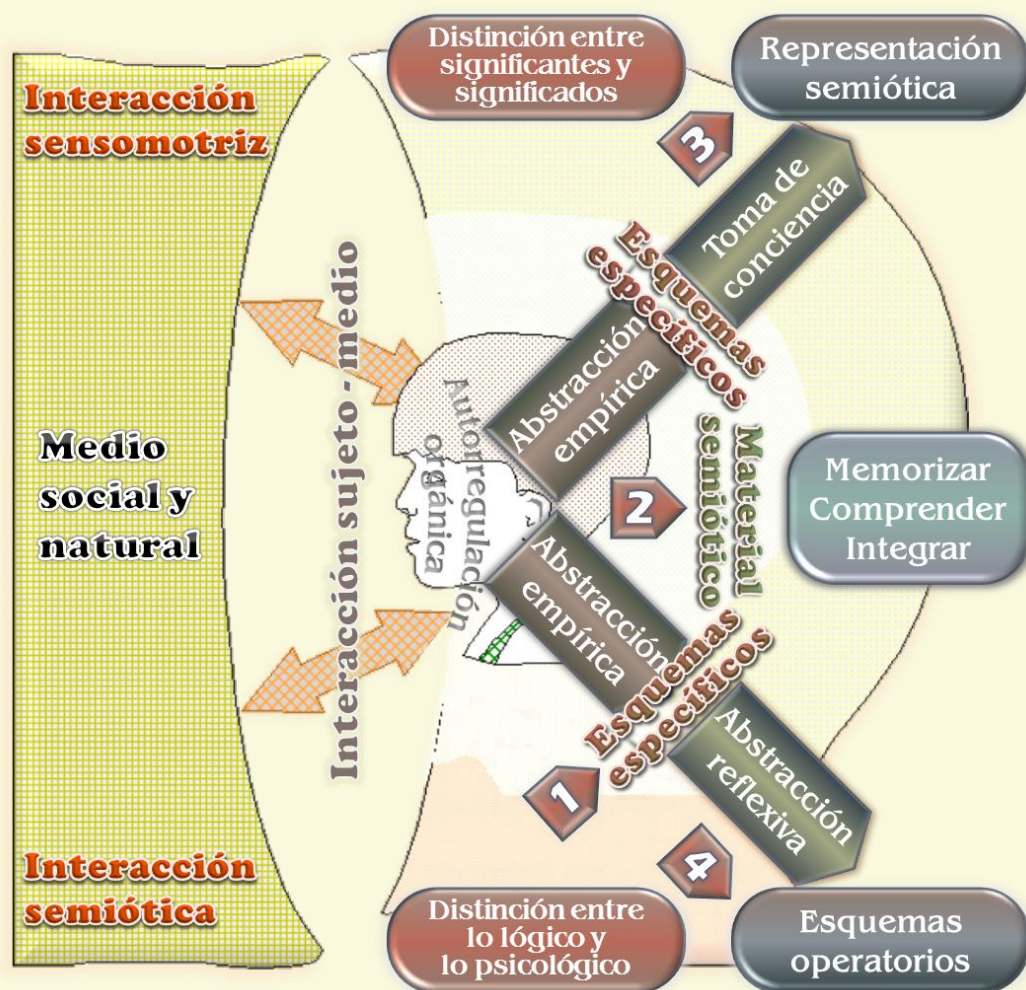
El CO aborda el estudio de la organización cognitiva y el aprendizaje usando el órgano vivo como modelo. Se postula, por tanto, que el aprendizaje surge o es consecuencia de la capacidad de autorregulación de todo ser vivo. Esto significa que ante desequilibrios, perturbaciones o conflictos, el sistema cognitivo tiene capacidad para compensarlos de algún modo y volver a nuevos equilibrios. De estos procesos surgen nuevas construcciones cognitivas, es decir, se da aprendizaje. Aunque el equilibrio de la estructura cognitiva es cada vez mayor, el continuo desfase cognición-realidad siempre conlleva nuevos desequilibrios (Piaget, 1978b).

En el modelo orgánico, la unidad básica de la organización cognitiva es el esquema de conocimiento con la doble función de ser acumulador orgánico y regulador adaptativo de las interacciones entre sujeto y medio. Hay un esquema para cada aspecto o sector de la realidad que demanda del sujeto una aptitud adaptativa. Su realidad física es una red o patrón de sinapsis neuronales (Luffiego, 2001). Son las entidades permanentes de la estructura cognitiva (Piaget, 1974).

Es posible imaginar un modelo para la organización cognitiva del sujeto formado por una estructura de esquemas agrupados jerárquicamente en niveles (Marín, 1994b, 2005). Habría que considerar al menos dos niveles:

- En el *primer nivel*, están los esquemas específicos formados desde las interacciones del sujeto con un determinado sector de la realidad a través de procesos de abstracción simple desde los datos que aportan las interacciones externas. Habría que diferenciar los esquemas generados por interacción con el medio físico-natural de los que se generan por interacción social. En el primer caso, se crean esquemas que infieren al sujeto capacidades tales como orientarse, sentido del equilibrio en el mismo y en los objetos que le rodean, capacidad para prever la posición del móvil, percepción de la consistencia de los objetos o del comportamiento inercial de los objetos, etc., etc. (Marín, 1994a, 1997). *Los esquemas generados por las interacciones sociales* se desarrollan por la fuerte influencia que recibe el sujeto al estar inmerso en un medio social, regulan y dirigen la interacción con ese medio. Creencias, normas, valores, comportamiento y acervo cultural, por interacciones con el medio social de forma directa y vivenciales o mediada por los símbolos y signos socialmente compartido

(Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993), van conformando estos esquemas que aportan habilidad para pertenecer a un grupo, decidir la vestimenta más adecuada según contextos o seleccionar el léxico adecuado a la situación.



• En el segundo nivel, más profundo, estarían ubicadas construcciones cognitivas producidas por procesos de reflexión interior sobre contenidos y procedimientos cognitivos, inicialmente del primer nivel, aunque conforme los contenidos cognitivos implícitos admiten ser representados explícitamente mediante el sistema de símbolos y signos culturales, también los contenidos de este segundo nivel se convierten en objeto de reflexión. Las construcciones de este procesamiento interior en diferido se suele dar tras periodos largos de intensa implicación cognitiva y afectiva del sujeto. De los diferentes productos cognitivos creados por procesos reflexivos, los *esquemas operatorios* son los que tienen una mayor literatura sobre su implicación efectiva para fomentar competencias (Inhelder, Sinclair y Bovet, 1974; Lawson, 1993; Marín, Benarroch y Jiménez-Gómez, 2000; Niaz, 1991; Shayer y Adey, 1984, 1993). Trabajos posteriores han mostrado que los esquemas específicos pueden ser tan relevantes como los operatorios para resolver un problema o una tarea (Coll, 1983; Marín, 1994a; Pascual-Leone, 1983; Vuyk, 1985).

Mientras las acciones del sujeto, dirigidas a un fin, son irreversibles, los esquemas operatorios son esas mismas acciones que se ejecutan mentalmente sobre las representaciones de los objetos y son reversibles. Así, la operación de combinar se

puede invertir -operación de disociar-, mientras que el acto de escribir de izquierda a derecha no puede ser invertido en el acto de hacerlo de derecha a izquierda sin la adquisición de un nuevo hábito (Piaget, 1977b).

Cuando el niño cuenta piedras y descubre que siempre son diez a pesar de que se modifique el orden o el aspecto figurativo -en realidad experimenta con ellas usándolas como soporte- lo determinante son sus propias acciones de ordenar y contar (Piaget, 1981). Los esquemas operatorios (acciones de ordenar y contar) se distinguen de los específicos (acciones de sopesar piedras) de dos maneras:

- Los esquemas operatorios enriquecen al objeto con propiedades que éste no poseía por sí mismo, puesto que la colección de piedras no comporta orden ni número independientemente del sujeto: éste abstrae esas propiedades partiendo de sus propias acciones y no del objeto.

- Son abstracciones de rasgos comunes de las acciones particulares (coordinación de acciones), ya que se actúa siempre introduciendo cierto orden en los movimientos; mientras que sopesar es una acción mucho más particular.

Para entender las diferentes propuestas constructivas que se van a mostrar más adelante, habría que considerar tres elementos más en la estructura cognoscitiva:

- *Instrumentos del pensamiento figurativo* como son significantes verbales, signos, símbolos e imágenes mentales (Piaget, 1980). Carecen de la capacidad transformadora y anticipatoria de los esquemas, pero son esenciales para construir “in situ” las manifestaciones declarativas.

- *Esquemas sentimentales* (Botella, 2001; Castilla del Pino, 2000; Marina, 1996; Marina y López Penas, 1999). También es adecuado postular que el sistema afectivo está organizado en esquemas que actúan de moduladores de la actividad asimiladora de los esquemas específicos. Su presencia es esencial para entender el aprendizaje (Claxton, 1987) puesto que a) modulan la interacción de los esquemas cognitivos con los objetos según el vínculo afectivo que el sujeto mantiene con ellos -el sujeto multiplica sus interacciones con los objetos que son de su interés y se inhibe frente a objetos que le resultan indiferentes o faltos de valor- y b) permiten afrontar los conflictos cognitivos gracias al grado de implicación afectiva con la información que los ha generado.

- Otros *esquemas metacognitivos* generados por diversos procesos reflexivos. Aunque no tan definidos o precisados como los esquemas operatorios, no se puede negar el universo complejo de construcciones cognitivas fruto de procesos reflexivos, sobre todo cuando buena parte del material cognitivo se explicita usando los más sofisticados recursos semióticos de la cultura (Martí y Pozo, 2000). Cómo explicar sino el complejo andamiaje de la matemática (Godino, 2003) o la sofisticada trama conceptual de la visión constructivista (Pecharromán, Pozo, et al., 2009) o la presencia de constructos metacognitivos que mediatizan la actividad asimiladora de los esquemas específicos (Pascual-Leone, 1983).

Construcción cognitiva

Para analizar las diferentes mecánicas que favorecen el desarrollo de los esquemas, se seguirá el siguiente orden:

A *Construcciones y progresos cognitivos ligados a los esquemas específicos y sus interacciones con el medio externo.*

A1. Adquisiciones y progresos cognitivos que no suponen necesariamente construcciones cognitivas.

A2. Procesos constructivos ligados al enriquecimiento, diferenciación y coordinación de los esquemas específicos.

B *Construcciones y progresos cognitivos que suponen interacción interna por procesos de reflexión.*

B1. Procesos constructivos que suponen abstracción reflexiva y que están ligados a los esquemas operatorios.

B2. Procesos constructivos ligados a la explicitación de los esquemas y a la interacción social.

B3. Procesos constructivos por diversos procesos reflexivos.

B4. La fuerte implicación del sistema afectivo en los procesos constructivos y, en general, en la actividad cognitiva.

A. *Construcciones y progresos cognitivos ligados a los esquemas específicos y sus interacciones con el medio externo*

A1. *Adquisiciones y progresos cognitivos que no suponen necesariamente construcción cognitiva.*

Existen adquisiciones cognitivas que no suponen desequilibrio al que le sigue una reestructuración cognitiva de mayor o menor intensidad (Pozo, 2003). En efecto, en la actividad mental se pueden distinguir al menos dos procesos que no parecen suponer nueva construcción o reestructuración, pero sí cierto tipo de progreso cognitivo:

Memorizar. Ocurre cuando el dato, la información o el significante se retiene en la memoria sin asignación de significado, bien porque no se requiere (p.e. un número de teléfono) o bien porque no existe el esquema adecuado para ello (p.e. concepto de ión). En este caso no hay proceso constructivo ni enriquecimiento de esquemas (Piaget, 1977a).

Comprender. Ocurre cuando existe algún esquema que permite asignar significado a un significante (datos de la experiencia, a los datos perceptivos, a las imágenes, a los signos y símbolos, a los significantes verbales, etc.) que es más o menos conocido por el sujeto. Esto puede ir también acompañado de otros procesos inferenciales que no requieren necesariamente construcción. Por ejemplo, a partir de datos perceptivos, anticipar la comprensión de un texto leído, completar una figura o distribución gráfica inacabada, prever el efecto de un fenómeno, transformar la realidad introduciendo en ella, por ejemplo, líneas paralelas y ortogonales o sistemas de referencia, crear un

Vista del aprendizaje como regulación orgánica
El sujeto interactúa con su medio natural y social, buscando compensar los desequilibrios.

Vista del aprendizaje como construcción de esquemas
El sujeto interactúa con su medio natural y social, construyendo esquemas de conocimiento.

Tipos de interacción:

- TIPO 1:** Integrar. El dato es asimilado y acomodado al esquema. Se encarna A con A.
- TIPO 2:** Operar. Se generan esquemas de orden superior por procesos de reflexión que infieren al sujeto nuevos recursos cognitivos para procesar.
- TIPO 3:** Comprender. Dar significado a los datos, captar sentido, relacionar, anticipar, etc. A sin A.
- TIPO 4:** Memorizar. El dato pasa a la memoria sin que el esquema de significado. Se puede dar posteriormente.

Procesos de regulación orgánica:

- Abstracción empírica:** Proceso de captación de datos.
- Abstracción reflexiva:** Proceso de reflexión sobre los datos.
- Esquemas específicos:** Esquemas de conocimiento de orden inferior.
- Esquemas generales:** Esquemas de conocimiento de orden superior.
- Material semiótico:** Material de conocimiento que se utiliza para construir esquemas.
- Toma de conciencia:** Proceso de toma de conciencia de los esquemas.
- Representación semiótica:** Representación de los esquemas.

Memorizar. Ocurre cuando el dato, la información o el significativo se retiene en la memoria sin asignación de significado, bien porque no se requiere (p.e. un número de teléfono) o bien porque no existe el esquema adecuado para ello (p.e. concepto de ión). En este caso no hay proceso constructivo ni enriquecimiento de esquemas (Piaget, 1977a).

Comprender. Ocurre cuando existe algún esquema que permite asignar significado a un significante (datos de la experiencia, a los datos perceptivos, a las imágenes, a los signos y símbolos, a los significantes verbales, etc.) que es más o menos conocido por el sujeto. Esto puede ir también acompañado de otros procesos inferenciales que no requieren necesariamente construcción. Por ejemplo, a partir de datos perceptivos, anticipar la comprensión de un texto leído, completar una figura o distribución gráfica inacabada, prever el efecto de un fenómeno, transformar la realidad introduciendo en ella, por ejemplo, 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, soluciones triviales evidentes a problemas cotidianos que ya se han abordado, etc.

A2. *Procesos constructivos ligados al enriquecimiento, diferenciación y coordinación de los esquemas específicos.*

Toda construcción cognitiva de un esquema específico proviene de una perturbación, pero no siempre ocurre lo contrario. Una perturbación puede o no llevar al sujeto a reaccionar buscando alguna compensación, la cual puede o no desembocar en construcción cognitiva.

Es preciso evitar la descripción del proceso constructivo como simple añadido, asociación o acumulación. Valga la analogía del organismo vivo que no puede apropiarse de los nutrientes si no es a través de la digestión. En los esquemas *“la asociación no es sino un momento parcial, artificialmente separado, del proceso de asimilación”* (Piaget, 1969). La asociación es un modo simple y reduccionista de describir la asimilación, despojando a ésta de la riqueza que aporta la visión organicista.

En toda construcción cognitiva siempre es posible identificar dos procesos complementarios: asimilación y acomodación. La *asimilación* es el proceso por el cual el sujeto “transcribe”, “transforma”, “interpreta” la información que proviene del medio para convertirla en entidad cognitiva susceptible de nutrir al esquema. El sujeto no “ve” la realidad tal cual, sino según es su naturaleza biológica, cognitiva y afectiva.

Después, los elementos integrantes del esquema se reestructuran para que lo asimilado termine integrado. Este proceso de reestructuración se denomina *acomodación*. Lo nuevo no queda como gota de aceite sobre agua sino que se integra como lo haría una nueva gota de agua.

Simplificando, hay *integración* cuando el esquema se enriquece por asimilación y acomodación (AconA), *comprensión* (asignación de significados) si solo hay asimilación (AsinA) y *memorización* si la información se toma sin asimilar ni acomodar (sinAA). Aunque Piaget no percibía construcción sin acomodación, sí que hay autores que ven enriquecimiento del esquema si sólo hay comprensión (Pozo, 1989). En cualquier caso, tanto la comprensión como la memorización pueden aportar progreso cognitivo.

Los procesos de asimilación y acomodación descritos anteriormente se dan en la equilibración de los esquemas en sus interacciones con el exterior pero también se darían entre estos mismos. En el interior de la estructura cognitiva, la interacción entre esquemas del mismo nivel o entre niveles de abstracción, también se rigen por procesos de equilibración que originan *dos tipos de nuevas construcciones*. Por un lado, se da el proceso de *coordinación o asimilación recíproca* por el que dos o más esquemas actúan en colaboración para responder ante las demandas del medio y, por otro, el proceso de *diferenciación progresiva*, por el que el progresivo enriquecimiento del esquema termina diferenciando dos o más esquemas más ajustados y precisos para responder a las demandas y resistencias del medio. Conforme aumentan el número de esquemas, la capacidad de éstos para acomodarse es mayor (Piaget, 1978b).

B. *Construcciones y progresos cognitivos que suponen interacción interna por procesos de reflexión.*

B1. *Procesos constructivos que suponen abstracción reflexiva y que están ligados a los esquemas operatorios.*

Cuando la reflexión del sujeto se centra en las continuas regulaciones por la que los desequilibrios (conflictos cognitivos) de los esquemas específicos desembocan en reequilibrios, una y otra vez en diversidad de contextos y contenidos de información, a largo plazo se va construyendo un esquema operatorio. Este proceso de *abstracción reflexiva* conlleva una reconstrucción o reorganización cognitiva a un nivel superior de procesos de regulación reiterados en el nivel inferior (Piaget, 1978b). El nuevo esquema operatorio modula la actividad asimiladora de esquemas específicos del nivel inferior.

Los procesos constructivos que llevan a formar esquemas operatorios son más complejos y requieren periodos más largos que los vinculados a los esquemas específicos. Es condición necesaria que existan éstos para que pueda operar la abstracción reflexiva. La condición suficiente depende en buena medida de procesos internos del sujeto como son: calidad y cantidad de las interacciones que conllevan conflicto cognitivo, tiempo de reflexión, dedicación e interés al interactuar con objetos y procesos cognitivos del primer nivel, etc.

B2. *Procesos constructivos ligados a la explicitación de los esquemas y a la interacción social.*

Si bien es cierto que el sujeto construye su conocimiento interaccionando con los objetos del medio (Piaget, 1977a), éste no es homogéneo para el sujeto puesto que: a) los vínculos afectivos con los objetos crean direcciones privilegiadas de interacción, b) la mayoría de los objetos están contruidos por la mano humana para facilitar las acciones, cubrir con más facilidad las necesidades o prolongar las limitaciones sensoriales humanas, c) el espacio cultural está lleno de símbolos y signos que facilitan los aprendizajes o d) los demás mediatizan de forma significativa las interacciones (Lenzi, 2010). Dos importantes procesos constructivos por la interacción social serían:

a) Procesos constructivos provocados por la interacción semiótica social

De los dos tipos de interacciones con el medio de cuya reacción orgánica se producen construcciones cognitivas, a partir de un determinado momento de la ontogénesis, se adquiere mucho más conocimiento por *interacciones con significantes culturales* que por *interacciones físicas* (Marín, 2005; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993) por lo que la cuestión clave consiste en explicar *cómo un simple significante carente de significado puede enriquecer un esquema de conocimiento*; cómo sensaciones tales como el vibrar ligero del tímpano que suponen la llegada de una palabra o la visualización del sencillo trazo en un papel puede modificar un esquema de conocimiento construido en periodos largos de tiempo tras múltiples experiencias. Se sabe que lo que afecta al sujeto no es el significante sino el significado que le asigne; es éste el que puede cambiar o enriquecer un esquema de conocimiento. Entonces ¿cómo se aprende de los significantes socialmente compartidos?

La simpleza empirista de admitir que las sensaciones que llegan del medio traen consigo su significado no sería la respuesta a la cuestión anterior, pues rompe la coherencia constructivista dado que la asignación de significados es siempre un proceso

interno del sujeto por muy automatizado que se tengan los vínculos del significante con su significado. La respuesta constructivista es más compleja: al admitir que el conocimiento sólo está en la mente de las personas, el acervo semiótico cultural sólo es información pero no conocimiento. Habría que precisar un nuevo constructo formado por dos sistemas en fuerte “simbiosis”:



- Un sistema de significantes culturales, y unas reglas para combinarlos, socialmente generado de forma coordinada y compartida. El sistema semiótico se conserva grabado en una diversidad de soportes físicos (libros, documentos, informatizado).

- Una comunidad de personas vinculada al sistema de significantes por su capacidad de asignarle significados. Dichos significados y sus vínculos con los significantes se establecen por convenio social (Marina, 1998).

El sistema constituido por los significantes culturales y la comunidad que asigna significados forma un trabado orgánico en perfecta simbiosis pues: a) sin comunidad, el sistema de significantes pierde su posibilidad de convertirse en conocimiento y b) sin el registro del sistema de significantes, la comunidad pierde la identidad y continuidad del conocimiento compartido. En este caso, la regulación social de los vínculos entre significantes y significados quedaría limitada al intercambio oral al no existir un registro permanente del sistema semiótico (Marín, 2010).

El carácter orgánico del sistema *significantes-significados* socialmente compartidos permite analizarlo desde la mecánica de autorregulación de todo ser vivo. En este sentido existiría una mecánica de “*regulación social para compartir significados*” que actuaría sobre cada individuo, no como un factor impositivo externo sino como motivación interna del sujeto inducida por la *tensión dialéctica social* exterior que le “induce” a asimilar el significado socialmente compartido y el vínculo con su significante. De no ser así, experimentaría cierto grado de exclusión social. Así pues, no hay imposición de significados por parte de la sociedad ni éste pasivamente los

interioriza, más bien existe una regulación interior para que el significado individual esté acorde con los sociales como forma de disminuir los conflictos cognitivos (Marín, 2010a).

Una vez que el sujeto aprende el código, los vínculos sociales establecidos entre significantes y significados y conformados éstos en su versión socialmente compartida, se abre un ancho canal de comunicación para que el acervo cultural, convertido en significados por el sujeto, pueda generar nuevas construcciones cognitivas, enriqueciendo esquemas específicos, creando nuevos esquemas sociales o haciendo más explícitos los contenidos cognitivos procedimentales e implícitos (Marín, 2010a).

b) Procesos constructivos derivados de la explicitación del conocimiento procedimental implícito

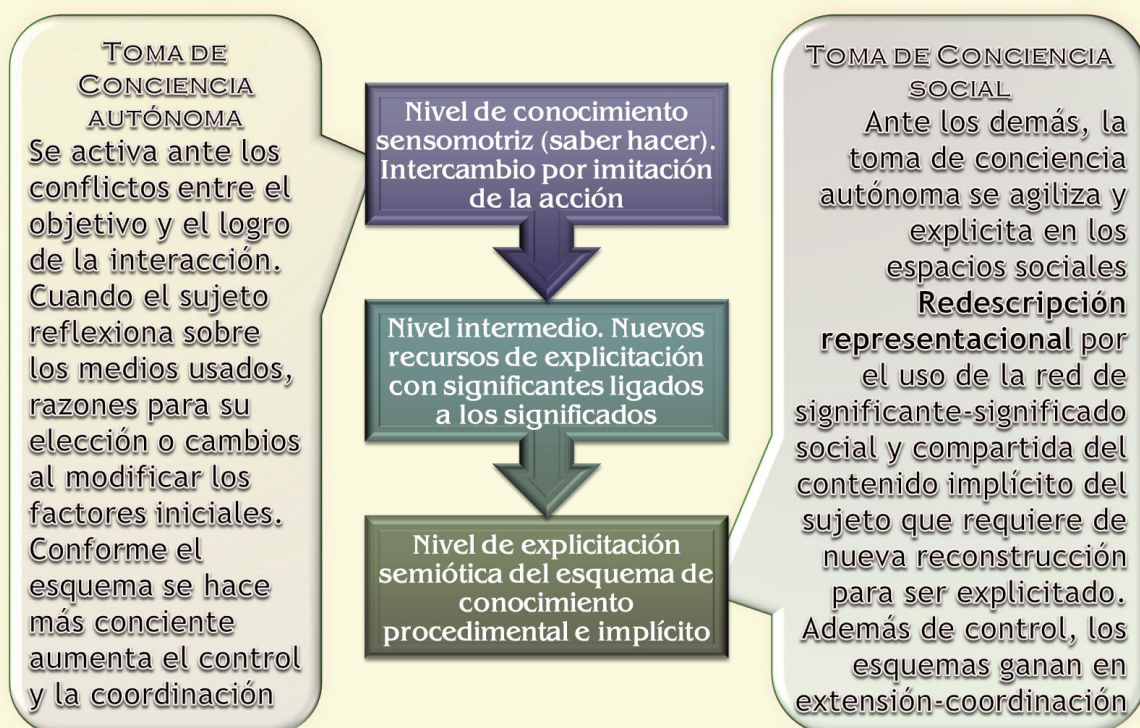
La actividad mental semiótica colabora eficazmente en la toma de conciencia de los contenidos cognitivos procedimentales e implícitos (Karmiloff-Smith, 1994; Piaget, 1976). En efecto, inicialmente los esquemas son de naturaleza procedimental e implícita. Estos infieren al sujeto que los posee un “*saber hacer*” que, además, en sus inicios son implícitos para el sujeto; es decir, los usa con frecuencia en su entorno pero no es consciente de su conocimiento. Adquirir cierto grado de consciencia de dichos esquemas y poder explicitarlos con algún recurso del pensamiento figurativo (gestos, índice, gráfico, símbolos, signos, etc.), no se reduce a un simple esclarecimiento que no modifica ni añade nada, sino que conlleva procesos constructivos. A continuación se distinguen los más autónomos de aquellos cuya mediación social es mayor:

Procesos constructivos derivados de la toma de conciencia autónoma: en este primer caso la toma de conciencia se activa allí donde se producen las interacciones sujeto-objeto, a través de los dos observables que tiene la acción para el sujeto. Por un lado, el objetivo a alcanzar o dirección de la acción y por otro, la terminación de la acción en acierto o fracaso. Aunque estos dos observables (la acción y su resultado) son conscientes para el sujeto, los medios empleados pueden quedar inconscientes. Después, la toma de conciencia se orienta hacia las regiones centrales de la acción (esquemas), cuando se trata de comprender el mecanismo interno de ésta: reconocimiento de los medios empleados entre el objetivo de la acción y sus resultados, razones de una elección u otra o evaluar los resultados según las modificaciones realizadas (Piaget, 1976).

Una vez que se toma cierto grado de conciencia sobre el esquema, el sujeto toma un mayor control en sus interacciones con el medio, permite una mejor coordinación con otros esquemas y se abre la posibilidad de ser evocado de forma declarativa por el sujeto, tanto internamente -cuando el contenido implícito se convierte en objeto de reflexión-, como externamente -cuando puede ser comunicado a los demás, usualmente a través de significantes socialmente compartidos-. Todo esto le permite ganar en extensión con mayor rapidez (Karmiloff-Smith, 1994; Karmiloff-Smith y Elsabbagh, 2006; Piaget, 1976; Pozo, 2003; Pozo, Scheuer, Mateos, et al., 2006).

Procesos constructivos derivados de la mediación social: las interacciones por significantes socialmente compartidos aportan un adicional mecanismo de toma de conciencia -no contemplado por Piaget- cuyas regulaciones sociales, vicarias, de

cooperación o de rectificación social, terminan por explicitar sus esquemas (“*saber decir*”) usando los signos socialmente compartidos.



Mientras en el *contexto autónomo*, la neutralidad de la interacción con los objetos sólo es modulada por los vínculos afectivos con éstos, el resultado de la interacción se gestiona personalmente y el sujeto sólo da cuentas a sí mismo; en el *contexto social*, la interacción es modulada en mayor o menor medida tanto por el sujeto como por las personas implicadas ya que pueden inhibir, participar, colaborar, etc., en mayor o menor grado, en la interacción y en los resultados de ésta. En el caso de ser favorable o positiva, la interacción se ve modificada en cantidad (normalmente aumenta la intensidad) y calidad (la gestión de resultados y el modo de interactuar cambia). Ahora el comportamiento tiene un “*eco social*” que agiliza la toma de conciencia autónoma y, al ser compartida, la explicitación de los contenidos implícitos es más pronunciada (Pozo, 2003).

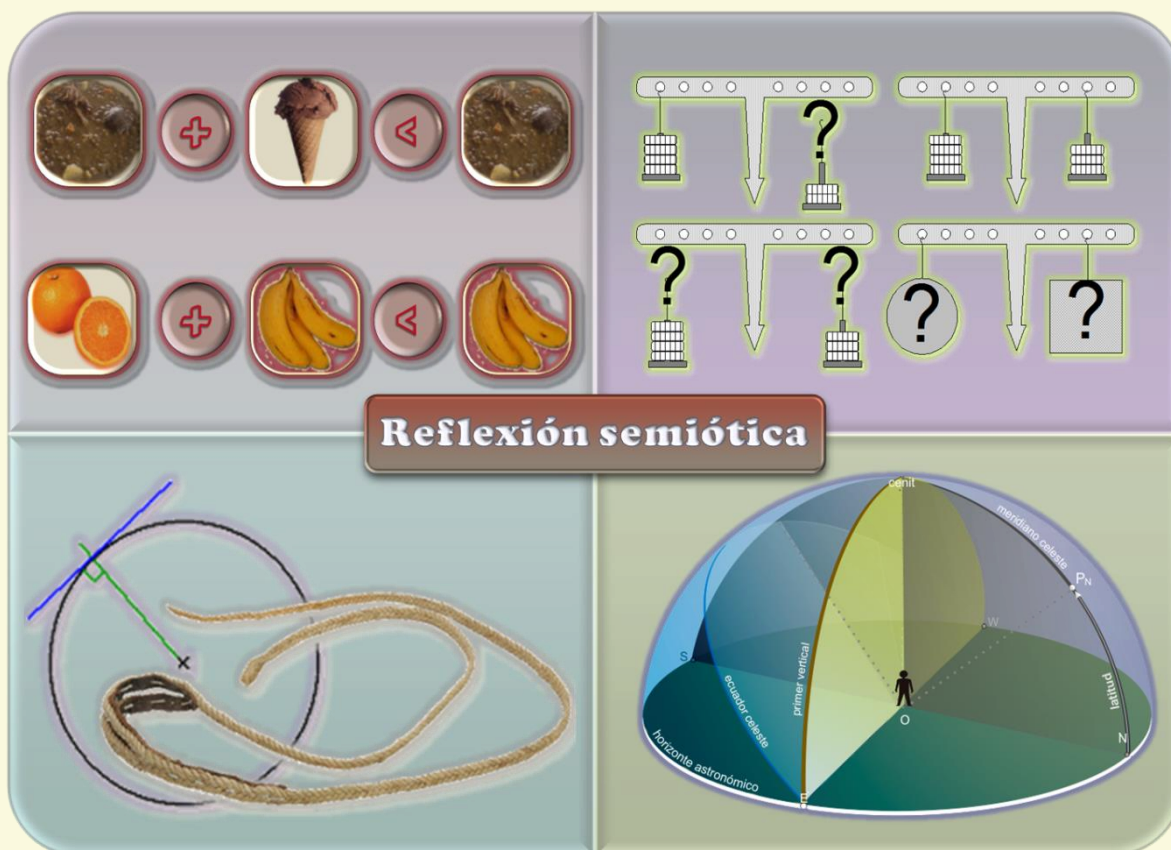
Por otro lado, aparece un proceso constructivo novedoso respecto a la toma de conciencia autónoma: la *redescripción representacional*. Este sería un proceso por el que los contenidos implícitos, utilizando la red de significantes sociales y sus vínculos con los significados socialmente compartidos y siguiendo la dinámica de regulación social, son reconstruidos a otro nivel más depurado, pero coordinados con los originales contenidos implícitos (Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, Scheuer, Mateos, et al., 2006).

Al proceso constructivo de vincular el esquema a los instrumentos del pensamiento figurativo, para así hacerse representacional, se le denominará *explicitación*. Esto permitirá enriquecerse con otros significados socialmente compartidos y ganar en extensión a un ritmo mucho mayor que en su estado implícito integrando nuevos significados socialmente compartidos a través de charlas o lecturas. Aparecerían nuevos esquemas sociales (por ejemplo, objetos y conceptos socialmente

inventados como son mitos, leyendas, creencias, valores, actitudes, etc.) que irían más allá de los de origen sensomotriz (Pozo, 2003).

B3. Procesos de reflexión más allá de los esquemas operatorios y de la explicitación.

El mismo proceso de autorregulación que media en las interacciones con el exterior es el que rige en las interacciones internas, entre esquemas del mismo nivel, de niveles diferentes y entre éstos y la estructura cognoscitiva en su totalidad (Piaget, 1978b). La regulación orgánica nunca cesa por lo que cualquier construcción fruto de la actividad reflexiva puede en otro momento ser objeto de reflexión (Flores Ochoa, 2000).



La metacognición está presente en muchas de las propuestas constructivas anteriores. En el esquema sensomotriz hay metacognición cuando se reflexiona sobre qué acción llevar a cabo en función del efecto que se desee o cuando por imitación se transmite al otro la pericia. El proceso reflexivo sobre las compensaciones del esquema para retomar un nuevo equilibrio por el que se generan esquemas operativos puede contener algo de reflexión consciente aunque no necesariamente. La toma de consciencia autónoma requiere reflexión consciente entre acción y resultados para tomar consciencia de los medios. Cuando hay que dar razón ante los demás, la presión social acelera la consciencia y la explicitación.

La constante autorregulación aplicada ahora sobre los contenidos explícitos culturales genera un continuo metacognitivo que no cesa y que explica la presencia de conceptos tan abstractos como “constructivismo” o “inflación” o los objetos y operaciones matemáticas.

B4. La fuerte implicación del sistema afectivo en los procesos constructivos y, en general, en la actividad cognitiva.

Para entender el aprendizaje, es necesario considerar la determinante influencia de los esquemas afectivos en toda la actividad cognitiva del sujeto y, en concreto, en los procesos constructivos. Véase la fuerte interacción entre lo cognitivo y lo afectivo:

- a. *La interacción del sujeto con su medio está fuertemente mediatizada por su particular vínculo sentimental con los objetos.* Los fenómenos de selección e inhibición perceptiva se explican por las preferencias afectivas del sujeto (Castilla del Pino, 2000). La interacción del sujeto con el medio puede ser motivo de alegría o tristeza, de modo que el sistema afectivo lo acerca o aleja del medio. Así, el sujeto busca con ahínco las interacciones que gusta, necesita o interesa, y se aleja o evita las desagradables. Los problemas que puedan ocasionar las interacciones del sujeto con su medio, no siempre pueden encontrar soluciones racionales por lo que son compensados por el sujeto con toda suerte de recursos sentimentales y, en muchos casos, revestidos de racionalidad (Castilla del Pino, 2000). Si el sistema afectivo puede alejar o inhibir al sujeto a tener una interacción, no parece adecuado postular que siempre existe una tendencia cognitiva positiva a tener experiencias asimiladoras (ver Piaget, 1978). Realizar construcciones cognitivas sin contrastar con el medio puede aumentar el desfase entre conocimiento y realidad y por tanto, la probabilidad de aumentar los conflictos cognitivos ante nuevas interacciones.
- b. *La asignación de significado, en general, es una vivencia orgánica donde interviene el sistema cognitivo, afectivo y el biológico* (Castilla del Pino, 2000; Marina y López Penas, 1999; Pozo, 1999).
- c. *El sistema afectivo explica la insistencia del sujeto ante los conflictos cognitivos, anomalías, etc.* Si bien es cierto que los desequilibrios cognitivos suelen ser causa de nuevos aprendizajes, ¿qué puede hacer retener al sujeto algo que le resulta un conflicto? Aludir sólo a la capacidad autorreguladora del conocimiento del sujeto parece menos convincente que aludir al afecto, interés o necesidad del sujeto por conocer el objeto que ha provocado el desequilibrio. Si la actividad asimiladora de un esquema cognitivo lleva al sujeto a dudas o insatisfacción, sólo su deseo o interés por conocer va a entender mejor su insistencia, por ejemplo, al intentar resolver un problema cotidiano, aprobar una materia que le es tediosa, mantener una afición o resolver un problema profesional.
- d. *El sistema afectivo interviene en el modo de reaccionar ante una crítica o en el modo de gestionar una evidencia o prueba que confirma o pone en entredicho una opinión, de buscarla o evitarla intencionadamente.* Berzonsky (1992) señala que las teorías personales Kelly (1955) son combinaciones cognitivo-afectivas que contienen un núcleo duro irrefutable que incluye valores y premisas sobre la realidad, la vida y el conocimiento, y un cinturón protector de proposiciones hipotéticas dirige la experimentación personal para incrementar la capacidad predictiva del sistema y su coherencia interna sin poner en peligro sus construcciones nucleares. De este modo, existen sujetos con actitud constructivista (self maduro) que afrontan sus interacciones de forma activa: buscan información relevante, son reflexivos y

abiertos a la evidencia contraria. Otros sujetos que mantienen teorías dogmáticas (self rígido), buscan la conformidad evitando interactuar. También existen los que tienen teorías ad hoc (self fragmentado), estos suelen reaccionar continuamente ante las demandas situacionales, manipulan los datos o llegan incluso a evitar las interacciones.

- e. *Las expectativas y metas generan sentimientos que modulan la actividad cognitiva* (Marina y López Penas, 1999). Un ejemplo usando el esquema de la orientación: en determinados momentos, la sensación de desorientación provoca desasosiego. Lo anterior ocurre cuando la percepción del sitio no puede ser asimilada (interpretada) por el esquema de la orientación. La interacción entre esquema y percepción de sitios particulares permite ir aliviando la sensación de pérdida si alimenta cierta certeza sobre la buena dirección, lo que a su vez da confianza y tranquilidad. La sensación de pérdida lleva al interés por conocer mejor el lugar y, si ésto es posible, a la sensación de tranquilidad. Puede ocurrir que el esfuerzo cognitivo de intentar recordar el camino que se resiste en aparecer provoque un sentimiento de abatimiento.

En definitiva, los sentimientos mediatizan la actividad cognitiva (mediatizan la interacción, regulan la confrontación entre previsión y percepción de resultados, etc.) y ésta, a su vez, genera sentimientos (sorpresa, curiosidad, perplejidad, desorientación, miedo, satisfacción, euforia, duda, levedad, “sensación de encontrar lo buscado”, etc.).

La presencia de los esquemas afectivos es determinante para animar o inhibir una nueva construcción cognitiva, por lo que hay que considerarlos en la enseñanza de las ciencias.

Ventajas de la visión orgánica del aprendizaje para fomentar competencias

Las cualidades del modelo orgánico para responder satisfactoriamente a los diversos problemas del aprendizaje para fomentar competencias frente a otras opciones han sido analizadas con detalle en otros trabajos (Marín, 2003, 2010, 2011; Marín y Cárdenas, 2011). Aquí se exponen de un modo más sintético:

- *Ventajas frente a las propuestas didácticas realizadas en el marco de “el alumno como científico” (AcC).* Analizadas con detalle en una anterior publicación (Marín y Cárdenas, 2011), sólo se mostrarán las ventajas más significativas: a) CO considera procesos constructivos anteriormente visto, como por ejemplo, los asociados a la toma de conciencia o a la abstracción reflexiva que no se contemplan en los modelos AcC al ser deducidos de procesos constructivos del conocimiento de ciencias, y éstos no contemplar tipos de aprendizaje que son peculiares del conocimiento individual; b) frente a la visión sofisticada del aprendizaje de CO, los modelos AcC presentan visiones reduccionistas o simplificadas como ligar ideas previas con las nuevas del docente sin tener en cuenta que están fuera del aprendiz, admitir cambios cognitivos drásticos o considerar que simulando la actividad de los científicos, el aprendizaje está ya casi hecho.

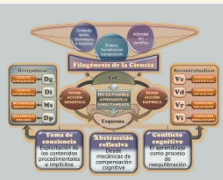
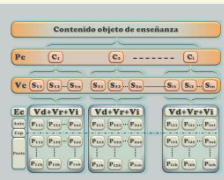
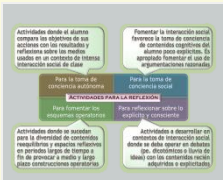
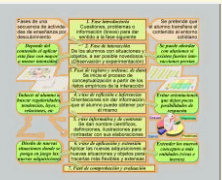
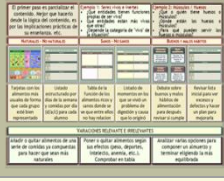
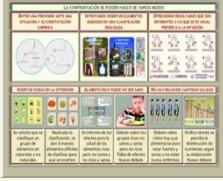
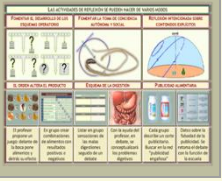
- *Ventajas frente a propuestas fundamentadas en modelos de cambio conceptual.* En una publicación anterior (Marín, 2011), se evalúan cinco propuestas llegando a dos importantes conclusiones: a) el uso de constructos tales como “concepto”, “teoría”, “ontología” y “epistemología” para caracterizar y solucionar los problemas del aprendizaje son menos adecuados y más restrictivos que los constructos “esquema”, “esquema operatorio”, “autorregulación” del CO; y b) CO entiende que hablar de aprendizaje supone hablar de los distintos tipos de construcciones cognitivas y supone tener recursos teóricos suficientes para explicar cómo se producen; si esto es así, las propuestas analizadas hablan muy poco de aprendizaje y mucho de supuestas condiciones favorables para la enseñanza.

Otras ventajas se muestran en las **conclusiones** del texto de **fundamentos del módulo 3**.

MÓDULO 6. ENSEÑAR PARA FOMENTAR COMPETENCIAS

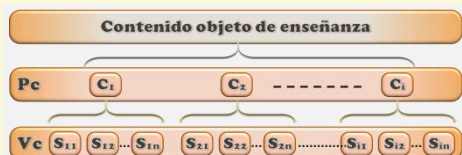
Debe dar sus frutos una enseñanza que se fundamenta y es coherente con las diferentes tipos de construcciones cognitivas que permiten fomentar competencias ¿Acaso podría ser de otro modo? La diversidad de las actividades de enseñanza que se diseñen para transformar los contenidos de enseñanza en actuar competente deben tener muy en cuenta cómo se realizan las transformaciones psicológicas para convertirlos en conocimiento y estos en acción competente.

SECUENCIACIÓN

Módulo 6. Enseñar para fomentar competencias					
Contenidos					
	1. Estrategia general del modelo del alumno como aprendiz (AcA). Recontextualizar y resignificar	2. Recontextualizar el contenido de enseñanza a través de variaciones contextuales de la extensión del CoE	5. Actividades de reflexión sobre datos externos y contenidos internos explícitos y conscientes	8. Secuenciación de actividades por enseñanza por descubrimiento dirigido. Tipos de secuencias	9. Otras cuatro secuencias de actividades coherentes con la secuencia general del modelo AcA
Actividades					
	3. En un primer momento se debe ordenar y estructurar las actividades siguiendo la lógica del contenido	4. Ejemplo de recontextualizar con un contenido. Estrategias de variación c/d/r/i (extensión)	6. Ejemplos de conflicto cognitivo con un contenido. Estrategias de confrontación y desequilibrio	7. Ejemplos de actividades de reflexión para toma de conciencia, operar y formalizar los esquemas cognitivos	10. Aplicar las nuevas sugerencias didácticas a las actividades con la ayuda de los ejemplos 4, 5, 7 y 9

ACTIVIDADES

Revisión de las actividades por criterios ligados al contenido



Se trata de revisar las actividades usando algunos criterios tomados de la lógica del contenido para así parcializarlo ($C_1, C_2 \dots$) y buscar, para cada parte, una diversidad de contextos concretos o situaciones específicas donde se manifiesta el contenido (S). Ver los ejemplos de las tablas anteriores

1. CONTENIDO A REVISAR

Poner el contenido cuyas actividades se van a revisar

2. PARCIALIZAR EL CONTENIDO

Dividir el contenido en partes. Es conveniente indicar qué objetivos (conceptuales, procedimentales y actitudinales se pretenden lograr en cada parte)

3. CONTEXTOS POR PARTES

Elige para cada parte un contexto o contextos concretos de objetos y situaciones con lo que el aprendiz va a interactuar

Ejemplos de recontextualización para "Alimentación"

El primer paso es parcializar el contenido. Mejor que hacerlo desde la lógica del contenido, es por las implicaciones prácticas de su enseñanza, etc.

Ejemplo 1: Seres vivos e inertes

- ¿Qué entidades tienen funciones propias de ser vivo?
- ¿Qué entidades están más vivas que otras?
- ¿Depende la categoría de "vivo" de la situación?

Ejemplo 2: Músculos / Huesos

- ¿Qué o quién tiene huesos o músculos?
- ¿Dónde están los huesos o músculos?
- ¿Para qué pueden servir los huesos o músculos?

NATURALES - NO NATURALES



Tarjetas con los alimentos más usuales de forma que cada grupo esté bien representado



Listado estructurado por días de la semana y comidas por día (d/a/c) para cada alumno

SANOS - NO SANOS

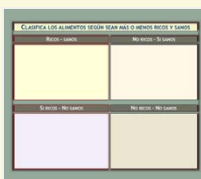


Tabla de la función de los alimentos ricos y sanos donde se ve que entre ellos no hay relación



Listado de momentos en los que se vivió un problema de digestión y causa que lo originó

BUENOS Y MALOS HÁBITOS



Debate sobre buenos y malos hábitos de alimentación para después revisar si cumple



Revisar lista inicial para ver excesos y defectos y hacer un plan para mejorarla

VARIACIONES RELEVANTE E IRRELEVANTES

Añadir o quitar alimentos de una serie de comidas ya compuestas para hacer que sean más naturales

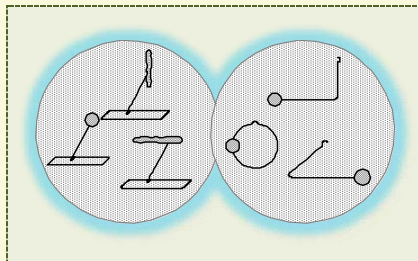
Poner o quitar alimentos según sus efectos (peso, deportes, intelecto, anemia, etc.).
Comprobar en tabla

Analizar varias opciones para componer un almuerzo y terminar eligiendo la más equilibrada

Actividades de confrontación

LA CONFRONTACIÓN SE PUEDEN HACER DE VARIOS MODOS

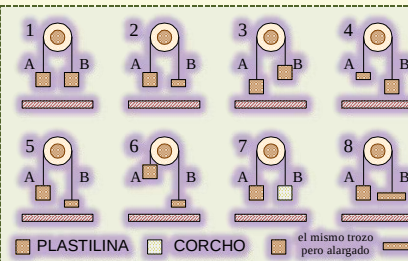
ENTRE UNA PREVISIÓN ANTE UNA SITUACIÓN Y SU CONSTATAción EMPÍRICA



INTENTANDO INSERTAR ELEMENTOS DUDOSOS EN UNA CLASIFICACIÓN REALIZADA



OFRECIENDO RESULTADOS QUE SON DIFERENTES A LO QUE SE ES USUAL PREVER O A LA INTUICIÓN



INSERTAR DUDAS EN LA EXTENSIÓN

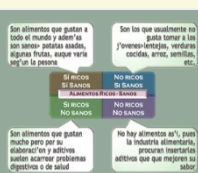


Se solicita que se clasifique un grupo de alimentos en naturales y no naturales



Realizada la clasificación, se dan 6 nuevos alimentos difíciles de clasificar para que se inserten

ALIMENTO RICO PUEDE NO SER SANO

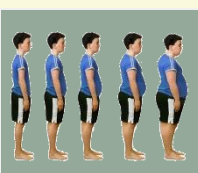


Se informa de los efectos para la salud de los alimentos ricos pero no sanos y no ricos y sanos



Debate sobre los grupos ricos-no sanos y sanos pero no ricos
Tabla de efectos
Nuevo debate

NO HAY RELACIÓN CANTIDAD-CALIDAD



Debate sobre cómo hay que alimentarse para estar fuertes y sanos y no estar nunca enfermos

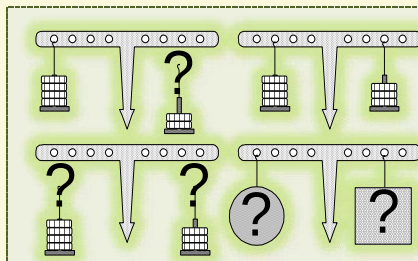


Gráfico donde se perciba la disminución de nutrientes según su elaboración.
Nuevo debate

Actividades de reflexión

LAS ACTIVIDADES DE REFLEXIÓN SE PUEDEN HACER DE VARIOS MODOS

FOMENTAR EL DESARROLLO DE LOS ESQUEMAS OPERATORIO



EL ORDEN ALTERA EL PRODUCTO

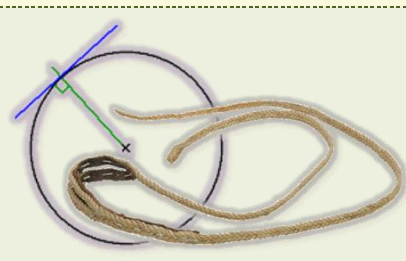


El profesor propone un juego: delante de la boca pone alimentos y detrás su efecto

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
2. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
3. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
4. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
5. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
6. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
7. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
8. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
9. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
10. PASTAS AL DIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

En grupo crear combinaciones de alimentos con resultados positivos o negativos

FOMENTAR LA TOMA DE CONCIENCIA AUTÓNOMA Y SOCIAL



ESQUEMA DE LA DIGESTIÓN

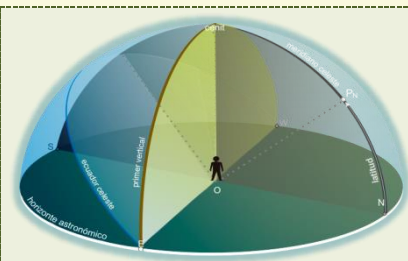
	Síntomas	Causas

Listar en grupo sensaciones de las malas digestiones seguido de un debate



Con la ayuda del profesor, en debate, se conceptualizará los problemas digestivos

REFLEXIÓN INTENCIONADA SOBRE CONTENIDOS EXPLÍCITOS



PUBLICIDAD ALIMENTARIA

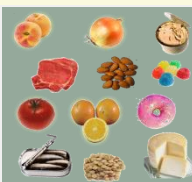
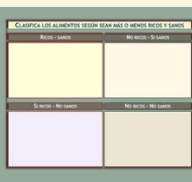
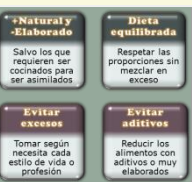


Cada grupo describe un corte publicitario. Buscar en la red "publicidad engañosa"



Datos sobre la falsedad de la publicidad. Se retoma el debate con la función de la escuela

Secuencias afines a una enseñanza por descubrimiento

		<p>En primer lugar “alimentación” se desdobra en tres subcontenidos de modo que la suma de ellos abarque todo lo que se pretende enseñar</p>			
NATURALES - NO NATURALES		SANOS - NO SANOS		BUENOS Y MALOS HÁBITOS	
1. CLASIFICACIÓN	2. DEBATE12	1. LISTADO	2. INFORMACIÓN	1. LISTADO	2. INFORMACIÓN
Se dará al grupo una serie de alimentos en tarjeta (2x6) y se pide que lo clasifique	Un debate sobre la clasificación de los alimentos, dará la posibilidad de rectificar la inicial clasificación	Se dará al grupo una serie de alimentos en tarjeta (4x3) y se pide que lo clasifique	Se aporta información sobre efectos para el cuerpo de los cuatro grupos de alimentos	Se toma nota en una tabla de que se ha comido durante varios días en las tres comidas diarias usuales	Se resumen los 4 criterios analizados en clase: N/nN, S/nS, O/nO, P/nP para una buena alimentación
					
Se dan nuevos elementos que resultan ser más complejos de clasificar y se colocan en debate	Tras ver los efectos de unos alimentos y otros se reflexiona en grupo sobre cómo se alimenta cada cual	Se abre un debate sobre la pertinencia de ingerir los ricos pero no sanos o los sanos pero no ricos	Revisa cada cual en grupo el porcentaje de su ingesta en cada uno de los cuatro grupos de alimentos	Cada cual revisa su alimentación puntuando su estado en una sencilla escala graduada	Establece un plan de cambios a realizar durante una semana para mejorar su estado alimentario
3. EXTENSIÓN	4. REFLEXIÓN	3. DEBATE12	4. REVISIÓN	3. REVISIÓN	4. ACCIÓN

Actividades de contextualización, confrontación y reflexión



Una vez fijados los contextos específicos (situaciones), las actividades serán diseños de interacción dinámica entre el aprendiz y cada situación a través de estrategias de variación del grado de dificultad (Vd) y de los factores relevantes e irrelevantes de dicha situación (Vr y Vi). También se considerará actividades de confrontación y reflexión

4. ACTIVIDADES POR CONTEXTOS

4.1 TAREA 1 (PARCIAL 1)

Para cada contexto diseña varias actividades utilizando estrategias de variación y confrontación y reflexión (ver los ejemplos de las tablas anteriores)

4.1 TAREA 2 (PARCIAL 2)

Para cada contexto diseña varias actividades utilizando estrategias de variación y confrontación y reflexión (ver los ejemplos de las tablas anteriores)

4.1 TAREA 3 (PARCIAL 3)

Para cada contexto diseña varias actividades utilizando estrategias de variación y confrontación y reflexión (ver los ejemplos de las tablas anteriores)

FUNDAMENTOS

En vez de desarrollar las características de una enseñanza que pretende fomentar competencias, se ha insertado un artículo recientemente publicado (Marín, 2014c). La razón es que en este trabajo se desarrolla un método de enseñanza denominado el “*alumno como aprendiz*” (AcA) deducido de los tipos de aprendizaje necesarios para fomentar competencias mostrados en el módulo 5, por lo que las orientaciones didácticas son también válidas para una enseñanza que pretende fomentar competencias.

El constructivismo orgánico. Creación de estructuras que asignan significado

Las propuestas didácticas que se mostrarán más adelante se fundamentan en una versión constructivista denominada *constructivismo orgánico* (CO) que originalmente hinc sus raíces en la teoría de la equilibración piagetiana (por ejemplo, Piaget, 1977, 1978) y por tanto se desmarca de otras opciones constructivistas con compromisos empiristas o mecanicistas. CO experimenta un proceso de ampliación con revisiones actualizadas (Delval, 1997, 2002; Pascual-Leone, 1979, 1983; Pozo, 1989, 2003) y, más recientemente, integrando nuevas formulaciones sobre organización cognitiva y aprendizaje (Aparicio-Serrano y Pozo, 2006; Pecharromán y Pozo, 2008; Pecharromán, Pozo, Mateos y Pérez Echeverría, 2009; Pozo, 1996, 2003; Pozo y Flores, 2007; Pozo, Scheuer, Mateos y Echeverría, 2006; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría, et al., 2006; Rodrigo y Correa, 1999).

Una exposición más extensa del CO se puede encontrar en anteriores publicaciones (Marín, 2003b, 2005, 2010a). Aquí se muestra una versión centrada en dos cuestiones determinantes para la argumentación posterior: a) *diferenciación entre significado y significante* y b) *tipos de aprendizaje relevantes en la enseñanza de las ciencias*.

A. *Distinción entre significado y significante. El problema de la asignación de significados.*

Las nociones de significante y significado dependerán del marco epistemológico y teórico elegido. Un *marco realista* puede ver innecesaria la distinción de forma que con la llegada de un significante al sujeto llegaría también su significado. CO percibe que desde el exterior sólo pueden llegar significantes carentes de significado y que éste sólo se puede asignar en el interior del sujeto, por lo que la distinción es fundamental.

Una palabra, un dibujo, la percepción de un objeto, una imagen, un símbolo y, en general, todo aquello que llega a los sentidos del sujeto desde el exterior es *significante*. El significado es lo que hace sentir o entender al sujeto el significante, lo cual depende de sus vivencias, sentimientos, lecturas, charlas con los demás,

conocimientos anteriores y, en general, de la totalidad biológica del sujeto (Castilla del Pino, 2000; Marina, 1998). El significado que el sujeto asigna al significante se hace en su interior, por lo que se afirma que es “un atributo exclusivamente humano” (Marina, 1998).

Piénsese en el proceso para asignar significado cuando se implantó el euro. En un inicio los números carecían de significado y fue poco a poco, con actividades tales como comprar, convertir a la antigua moneda o comparar con el esfuerzo en ganarlo, cuando los números fueron tomando peso, dimensión, sentido, etc., en definitiva las cantidades se van llenando de significado para cada sujeto en función de sus interacciones semióticas y sensomotrices con el medio.

Por el reiterado uso del vínculo significado-significante en las relaciones interpersonales, pareciera que finalmente se hace automático y de ahí, es usual pensar intuitivamente que van adosados uno al otro o que tienen una identidad indisoluble. Desde la posición CO, el significante toma un significado en el interior del sujeto (Delval, 1997; Glasersfeld, 1993). El significado tiene una componente individual, fruto de las peculiaridades de la historia personal de cada cual, pero sobre todo tiene una componente social fruto de la intensa interacción con los demás y la semiótica cultural. La etimología (evolución del significado de las palabras) muestra que en el lenguaje tanto el significado como el vínculo con su significante son arbitrarios y regulados socialmente en una dialéctica construcción en la mente de cada individuo (Marín, 2010a).

Quizá la principal razón por la que el constructivismo insiste en separar interior y exterior del sujeto es porque percibe conocimiento y realidad como entidades o categorías diferentes que no admiten correspondencia, y por tanto, imposible comparar (Pozo, 1989). También por esto se distingue entre realidad externa y construida. Con la primera el sujeto interactúa pero no puede acceder para comparar directamente con su conocimiento. La segunda, ubicada en el interior del sujeto que la construye, es a la que se puede acceder. La realidad construida cambia con el progreso cognitivo (Marín, 2003b). La sensación *realista* de que el conocimiento representa y se corresponde con la realidad es menos adecuada que considerarlo fruto del proceso de adaptación (Claxton, 1987; Delval, 1997). Lo que capta el sujeto al interactuar con el medio es una interpretación de los órganos sensitivos y cognitivos, no el medio en sí.

La distinción constructivista entre significante y significado corre paralela a la que se hace también entre información y conocimiento. La información es la versión externa del conocimiento en forma de significantes usualmente registrados en un soporte físico (signos, símbolos, significantes verbales, percepciones, sensaciones, acciones, etc.). Esta información para que sea conocimiento requiere de un sujeto que conozca el código, sus reglas gramaticales y disponer de los conocimientos previos necesarios para poder asignarle significado y, finalmente, acomodarla para convertirse en conocimiento. Así pues, lo que circula entre las personas es información y sólo puede convertirse en conocimiento en la mente del sujeto (Delval, 2002; Pozo, 2003).

B. Tipos de aprendizajes

La *visión orgánica del aprendizaje* que maneja CO postula que la construcción cognitiva nueva se crea como una reacción o regulación orgánica ante desequilibrios, perturbaciones o conflictos del sistema cognitivo cuando interactúa con su exterior e interior. Esta visión del aprendizaje se aleja de otras donde se admite cierto grado de correspondencia entre las condiciones externas de enseñanza y lo que se aprende (Delval, 1997, 2002; Marín, 2003b).

La unidad básica de la organización cognitiva es el *esquema de conocimiento*, con una doble función de ser acumulador orgánico y regulador adaptativo de las interacciones entre sujeto y medio (Piaget, 1978b). En un primer nivel y contruidos como reacción a los desequilibrios de las interacciones externas, estarían los *esquemas específicos sensibles a los contenidos de la interacción* natural o social (Marín, 1994a). En un nivel de mayor abstracción, contruidos desde procesos de reflexión con los materiales cognitivos del primer nivel, estarían ubicados otros esquemas cognitivos de mayor grado de generalidad, entre los que hay que destacar, por su importancia para la enseñanza de las ciencias, los *esquemas operatorios* (Piaget, 1977a).

Buscando un orden con cierta intención sistemática para la exposición de los distintos tipos de aprendizaje, se diferencian inicialmente dos grupos, según que las interacciones del sujeto se den con su medio externo o interno. Esta distinción se fundamenta en que los primeros son aprendizajes más fáciles de lograr y los procesos constructivos se realizan en el seno de esquemas específicos (Marín, 1994a, 1998); mientras los segundos suponen procesos constructivos que requieren una implicación cognitiva y afectiva del sujeto a largo plazo (Karmiloff-Smith y Elsabbagh, 2006; Marchand, 2001; Pascual-Leone, 1983; Pozo, 2007).

Las *interacciones externas* aportan información a través de una diversidad de significantes. Se distinguen, según la dificultad para crear aprendizaje, dos tipos: *interacciones sensomotrices* donde los significantes que aporta la experiencia directa en contacto físico con los objetos del medio aporta “datos brutos”, e *interacciones semióticas* donde el sujeto interactúa con signos y símbolos culturales cuyos significados están socialmente compartidos (Delval, 1997; Marín, 2005, 2010a; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993):

- En el primer caso, el proceso constructivo por el que la información externa se convierte en conocimiento que enriquece un esquema específico, se denominará *integrar*. Primero debe tomar significado adecuado la información externa (asimilación) y después el esquema sufre un proceso de reajuste para integrar el nuevo contenido (acomodación). El proceso de *integrar*, lejos de ser simple, lineal y acumulativo, es un proceso orgánico más o menos tortuoso que requiere tanteos, ajustes, rectificaciones, ensayo, etc. (Piaget, 1978b), lo que conlleva cierto tiempo de implicación afectiva y cognitiva por parte del sujeto.
- En el segundo caso, cuando se conoce el significado de los significantes socialmente compartidos, usualmente palabras, es posible enriquecer el esquema de un modo más sencillo. El significado social tiene mayor capacidad adaptativa al recoger un gran cúmulo de experiencias pasadas, no obstante el sujeto lo adquiere progresivamente en su continua interacción social. Aunque en este caso

también se dan los procesos de asimilación y acomodación, la integración no es tan tortuosa como en el caso de significantes brutos frutos de la experiencia directa, ni tan fácil que suponga apropiación directa. La organización conceptual del entramado semiótico cultural, socialmente compartida, facilita el enriquecimiento de significados individuales (Marín, 2010a).

Para entender los procesos constructivos por la interacción del sujeto con el espacio semiótico interpersonal, donde se da la interacción entre lo individual y lo social, CO introduce en la misma zona de interacción un nuevo constructo formado por un *sistema simbiótico que aglutina la red semiótica de una sociedad y la comunidad que la profesa y puede asignarle significados* (Marín, 2010a). Este sistema se va constituyendo de tal modo que tanto los significantes como los vínculos con los significados se construyen en un espacio socialmente compartido donde la necesidad de comunicación genera un contexto de tensión dialéctica que favorece las regulaciones sociales, por ejemplo: (a) se incrementa los recursos del sistema semiótico compartido (b) se disminuye el margen de tolerancia del significado (diferencia entre su núcleo compartido y la zona más individual (Marina, 1998), (c) se crean nuevos vínculos entre el sistema semiótico y los significados, etc. En pocas palabras, el sistema semiótico-comunidad aglutina lo social y lo individual creando en la mente del sujeto nuevos progresos cognitivos.

En la evolución cognitiva, primero se desarrollan los esquemas por las interacciones sensomotrices. Luego, estos dan soporte cognitivo al juego simbólico del sujeto por el que se inicia un proceso de diferenciación entre significantes y significados que desembocan en la adquisición del lenguaje. A partir de este momento el sujeto enriquece los esquemas desde el acervo cultural (Delval, 2002; Piaget & Inhelder, 1984).

Las *interacciones internas* suponen procesos de reflexión interior sobre contenidos y procedimientos cognitivos. Las construcciones cognitivas de este procesamiento interior en diferido se suele dar en periodos largos de tiempo. El interés, la motivación o los deseos del sujeto pueden explicar en buena medida la vuelta una y otra vez para retomar el problema, el conflicto o el esfuerzo cognitivo. Estas interacciones pueden terminar en nuevas construcciones tras la intensa implicación cognitiva y afectiva del sujeto. Por procesos internos se perciben al menos tres tipos de construcciones:

- **Explicitar.** Procesos constructivos ligados a la explicitación de esquemas. Estos inicialmente poseen naturaleza procedimental e implícita. Poco a poco, el sujeto toma cierto grado de conciencia de su existencia llegando a hacerlo representativo usando los signos y símbolos socialmente compartidos (Karmiloff-Smith y Elsabbagh, 2006; Marín, 2010; Piaget, 1976; Pozo et al., 2010).
- **Operar.** Cuando el objeto de reflexión son las mecánicas de regulación de los esquemas buscando el nuevo equilibrio ante una perturbación o conflicto cognitivo, en un proceso reiterado de largo plazo pueden originar esquemas operatorios (Marín, 2005; Piaget, 1978b). Proceso que se denomina abstracción reflexiva (Piaget, 1977b).

- **Formalizar.** Conlleva procesos de reflexión sobre los contenidos cognitivos cuando éstos se encuentran en formato explícito a través de una semiótica socialmente compartida. Esto hace más fácil la reflexión interior pero también la exterior, por ejemplo, en foros o lecturas. En este contexto el sujeto genera estructuras cognitivas nuevas que permiten dar significado a los conceptos más abstractos de la cultura tales como: empirismo, realismo, constructivismo, etc., (en contexto de la epistemología) o prima de riesgo, inflación, recesión (en contexto de las finanzas) (Pozo, 2003). Estos esquemas formales serían explícitos al sujeto.

La metacognición se entiende como la reflexión consciente sobre objetos y procesos cognitivos (Organista Díaz, 2005) fruto de la constante autorregulación que actúa en todos los niveles de la actividad cognitiva (Flores Ochoa, 2000; Piaget, 1976). Los tres procesos anteriores suponen de un modo u otro metacognición: *explicitar* -tomar conciencia del esquema- *operar* -reflexionar sobre las mecánicas de regulación- y *formalizar* -reflexionar sobre los objetos cognitivos-.

De la fuerte participación del sistema afectivo del alumno en las diferentes mecánicas constructivas habría que resaltar dos que son determinantes para entender mejor las orientaciones didácticas posteriores:

- *Integrar* (asimilar y acomodar) no es lo mismo que *comprender* (asimilar sin acomodar). Esto último no supone la retención a largo plazo de lo primero. Ir de comprender a integrar requiere de la implicación afectiva del sujeto para volver de forma reiterada sobre la información externa que pone resistencia y a pesar de los sucesivos conflictos cognitivos que genera.
- *Operar* requiere la implicación afectiva del alumno para volver de forma reiterada a reflexionar sobre las mecánicas que compensan las perturbaciones cognitivas.

Del repertorio expuesto de construcciones cognitivas se puede deducir y desarrollar una amplia gama de orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias que se exponen a continuación.

Modelo de enseñanza del “alumno como aprendiz”

A los modelos de enseñanza de las ciencias que se deducen de una visión adecuada de cómo se construye el conocimiento de ciencias se les ha denominado modelos basados en la analogía de “*el alumno como científico*” -AcC- (Marín, 2011) y contiene propuestas que han sido muy populares, tales como la del cambio conceptual, la de las concepciones alternativas o la de enseñanza por investigación. Ahora que las orientaciones didácticas se deducen de una visión adecuada sobre cómo se construye el conocimiento del alumno (procesos constructivos, integrar, operar, explicitar o formalizar), el modelo que las integra se denominará de “*el alumno como aprendiz*” (AcA). Orientaciones didácticas importantes que se deducen de los distintos procesos constructivos del aprendiz, que constituye el modelo AcA, son las siguientes:

A. *Diferenciar y enfatizar el significado frente al significante. El primero, ligado a los esquemas cognitivos, requiere mayor tiempo de aprendizaje.*

La distinción entre significado y significante, junto a la mecánica de la asignación de significados, explicaría en general que los alumnos apenas retengan unos pocos contenidos de ciencias de los muchos que se les enseñan y que lo poco retenido apenas puedan aplicarlo en cuestiones prácticas que requieran una solución. Una enseñanza centrada en significantes apenas da oportunidad al alumno para que asigne significados adecuados dado que, en bastantes ocasiones, carece de un sustrato cognitivo de esquemas para que lo haga. Se requiere “algo más” si se pretende que el alumno *integre* los contenidos académicos.

Para contenidos de ciencias tales como “reciclaje”, “contaminación” o “conservación del agua” donde el alumno puede asignar significados adecuados, aunque muy básicos, es posible tener resultados aceptables con recursos tales como explicaciones, debates y búsqueda de información en internet. Pero no siempre el alumno tiene los esquemas de conocimiento, suficientemente desarrollados, como para dar significado a unos significantes que suele desconocer.

En el contexto de la clase de ciencias, apenas se da tiempo al alumno para llenar de significado a los significantes que en muchos casos sólo se retienen por memorización y los vínculos con situaciones prácticas y concretas son escasos, creándose un conocimiento “plano”, imposibilitado para la transferencia cognitiva (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Por el contrario, los significados que usualmente asigna el alumno a conceptos propios del escenario cotidiano, al construirse desde una diversidad de interacciones (físicas, semióticas y vicarias) en periodos de tiempo amplios, poseen una carga procedimental importante para ser aplicados en contextos prácticos.

El conocimiento de ciencias para quien no conoce el código en el que está registrado o es lego en la materia, la información significa bien poco o nada. Los entramados de información de ciencias, es decir, la *versión declarativa de ciencias*, se convierten en conocimiento gracias a que son profesados, consensuados, gestionados y mantenidos por un colectivo de individuos -comunidad científica- que lo usa para buscar soluciones más eficaces al conjunto amplio de problemas asociados a las teorías (Marín, 2010b).

Entonces ¿cómo percibe el alumno el libro de texto de ciencias? Para responder a esto sólo es posible siguiendo la “traza” de los significantes grabados en documentos pues los significados se perdieron en las mentes de los ilustres científicos. Habría que remontarse unos siglos atrás donde el contexto cognitivo, socioeconómico y problemático del momento, diferente al actual, genera inquietudes entre los científicos y fruto de sus indagaciones llegan a un nuevo conocimiento que dejan escrito a generaciones posteriores. En esta *versión declarativa* desaparece el contexto problemático, los procesos de la indagación y el conocimiento original de los autores. Después otros expertos de la comunidad se dedican a decantar, filtrar, modificar, formalizar, sintetizar, etc., el conocimiento científico heredado, con lo que van dejando sucesivas versiones declarativas más alejadas aún de la original dado que se van ajustando a nuevos contextos. Finalmente, un experto hace una nueva versión declarativa para consumo escolar que sería el libro de texto de ciencias.

El alumno en su lectura del libro de texto de ciencias, se encuentra con un compendio de significantes sin la contextualización original, sin los procesos de investigación que los originaron y sin los procesos de formalización, síntesis y transposición que dieron lugar a la versión que intenta leer. Además, lejos de la mente experta que pudiera darle significado, carece de semejante estructura cognitiva. Ver así el libro de texto, por los cambios de los significantes, permite entender mejor que el alumno lo perciba en ocasiones como un sinsentido (pensar por momentos en el concepto de inercia), muestre “rareza”, le cueste comprenderlo o le sea casi imposible su vinculación con sus conocimientos cotidianos.

Otra clave importante para entender la adquisición del significado de un concepto de ciencias es distinguir formalmente entre su comprensión y extensión. Todo concepto, y en particular los de ciencias, como producto del pensamiento lógico, se caracteriza por su *comprensión* (conjunto de caracteres o atributos que lo definen) y *extensión* (conjunto de objetos o conceptos de orden inferior a los que se refiere). Por ejemplo, dado un conjunto de objetos geométricos, si la comprensión es “objetos con tres lados”, la extensión estará formada por todos y cada uno de los objetos triangulares que hay en el conjunto.

Las mecánicas de aprendizaje de la comprensión y la extensión son diferentes. La primera se identifica con la definición del concepto a través de otros significantes (Marina, 1998). Si como es frecuente que ocurra, el alumno no tiene esquemas para dar significado a los significantes, algo frecuente en los conceptos de ciencias, se verá abocado a memorizarlos pero si los tiene, es posible que una hábil explicación del profesor logre, en breve espacio de tiempo, la comprensión del concepto. Aun así, la comprensión no supone la integración efectiva en algún esquema de conocimiento (Marín, 2005). Ahora bien, aunque el camino es más largo, si se da al aprendiz un tiempo amplio para interactuar con los “objetos” empíricos de la *extensión* del concepto, podrá ir enriqueciendo el significado por procesos de integración y va a adquirir suficientes procedimientos como para posibilitar su aplicabilidad (Pozo y Pérez Echeverría, 2009).

La interacción del alumno con la extensión de un concepto supone en la práctica de clase el desarrollo de actividades procedimentales dirigidas a ampliar sus significados. Aprender de las actividades procedimentales, elaborar ideas o conceptos de la experiencia o asignar significados adecuados a los datos empíricos, supone procesos cognitivos no lineales que no pueden ser asimilados a una secuencia lógica. En consecuencia, las actividades procedimentales no deben marcar un ritmo preestablecido y lineal, sino más bien un tipo de enseñanza abierta, donde pueda entrar en juego la duda, la rectificación, el ensayo y error o los tanteos tanto empíricos como mentales del sujeto. El diseño de las actividades deben contemplar un margen de actuación del alumno tal que evite restringir en exceso sus respuestas, por ejemplo, que sólo tenga que afirmar o negar y, a la vez, evitar lo contrario, una formulación tan abierta que el alumno no tenga información suficiente para desarrollar la actividad.

Así pues, no basta con memorizar o comprender los contenidos de ciencias; es necesario también integrarlos a los esquemas y dotarlos de una buena carga procedimental para garantizar su transferencia a contextos prácticos (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Para ello es preciso que el alumno interactúe con la *parte extensional* de

los conceptos (referentes concretos), creando vínculos sólidos con la *comprensión* del concepto.

B. *Recontextualizar. Diseñar las actividades con variaciones contextuales y, en cada contexto, realizar variaciones relevantes e irrelevantes de los diferentes factores que intervienen en la actividad.*

La orientación didáctica A (*“hacer interactuar al alumno con la extensión de los conceptos de ciencias”*) se retoma ahora con mayor decisión para profundizar en ella. CO percibe insuficiente que se pueda aprender de una sola experiencia aislada; sólo sería así desde una visión empirista que asuma que el dato empírico es conocimiento (Marín, 2002). La extensión de un concepto se refiere a una diversidad de objetos o situaciones, que si no se pueden abordar en la enseñanza con intención sistemática, sí que habrá que hacerlo con una muestra significativa para que haya aprendizaje.

La *recontextualización* se refiere al intento de dar significados a los significantes del contenido haciendo que el alumno interactúe con los contextos más prácticos y empíricos de éste, de un modo estructurado, con la intención de obtener información o buscar respuestas a un determinado contexto problemático inicial. Esto permitirá ir llenando de significado el contenido pero también adquirir suficientes recursos procedimentales de modo que el nuevo conocimiento, una vez adquirido, se pueda aplicar a una diversidad de situaciones prácticas (Pozo y Pérez Echeverría, 2009). Esta idea es especialmente relevante si se intenta fomentar competencias. Las estrategias para cubrir la componente práctica y empírica de un contenido de ciencias pueden ser las siguientes:

- ***Estrategias de variación contextual (Vc).*** Crear cierta sistemática en las situaciones y objetos que se van a considerar sobre el contenido a enseñar. Los contextos deben ser potencialmente interesantes para el alumno y deben estar formulados a modo de cuestiones o problemas a fin de marcar un sentido a las actividades: su intención será buscar soluciones principalmente mediante el esfuerzo cognitivo del alumno con la ayuda puntual del profesor. Como mínimo habría que considerar dos o tres contextos prácticos por contenido buscando que estos sean diferentes entre sí.
- ***Estrategias de variación del grado de complejidad o dificultad (Vd).*** Para cada contexto, hay que diseñar un gradiente de complejidad o dificultad que vaya desde situaciones sencillas donde la interacción entre ellos, se rige por relaciones causales elementales, por ejemplo de contigüidad espacial o temporal (Pozo y Gómez Crespo, 1998) hasta otras más complejas donde la geometría de los objetos, el número de estos y sus interacciones se hacen más complejas. Este gradiente dará más garantías de desarrollo de los esquemas por integración de los nuevos datos.
- ***Estrategias de variaciones relevantes e irrelevantes (V_r , V_i).*** Supone una visión dinámica de la interacción del sujeto con los contextos prácticos de cada actividad. La intención es que el alumno perciba regularidades, excepciones, relaciones causa-efecto, irrelevancias, etc. Se denomina *“variación relevante”* a las modificaciones de un factor de la situación o contexto que produce una alteración relevante o modifica significativamente un resultado. *“Variación irrelevante”* será por tanto aquella que al

experimentarla un determinado factor, no supone ningún tipo de alteración relevante en la situación o en el resultado. Podría parecer que las variaciones irrelevantes carecen de utilidad didáctica, sin embargo permiten al alumno tomar conciencia de la existencia de factores irrelevantes, incluso, cuando anteriormente los percibiera significativos.

La recontextualización ofrece la oportunidad de desarrollar los esquemas específicos, puesto que al ejercitarse repetidamente permiten generalizarse a la diversidad de contextos y posibilitan pequeños reajustes del esquema para ir acomodando la diversidad de datos. El resultado que se pretende es que el alumno adquiera los contenidos de un modo más flexible, más rico en significados y en recursos procedimentales de aplicación práctica y, por tanto, con mayores posibilidades de ser transferidos a otros contextos. El costo, claro está, es la necesidad de tiempos de aprendizaje mayores para cada contenido.

C. Crear un contexto de enseñanza expectante y comprometido para fomentar en el alumno nuevas construcciones a través de disequilibrios y reequilibrios.

Si las orientaciones de enseñanza anteriores detallan cómo diseñar las actividades con cierta sistemática inter e intracontextual, ahora se dan nuevas orientaciones para diseñar actividades a fin de aumentar las posibilidades de disequilibrios y reequilibrios cognitivos. Se hace necesario, implicar al alumno cognitiva y afectivamente como único modo de afrontar los disequilibrios con cierta garantía de éxito. Se trata de crear un espacio de tensión dialéctica entre él y las actividades y entre él y los demás, en grupo, con toda la clase y con el profesor. Se trata de crear un contexto de enseñanza expectante, atractivo y comprometido que permita no sólo los conflictos cognitivos resolviendo problemas o compartiendo significados con los demás, sino el tener ganas e interés para afrontarlos en la búsqueda de nuevos reequilibrios cognitivos (Marín, 2005).

Los contenidos académicos deben experimentar las suficientes transformaciones como para que resulten atractivos a los alumnos, solo así sería posible lograr dicha implicación. La actitud del profesor también debe cambiar para que sea más motivadora lejos del rigor académico o de imposiciones en aras al supuesto valor intrínseco de los contenidos.

Obsérvese que no se dará desequilibrio en el alumno si: a) el sujeto no quiere entrar en el juego de la asimilación y acomodación de lo nuevo por indolencia, desmotivación, falta de interés, etc., b) producido éste, el sujeto vuelve a su anterior equilibrio rechazando o negando la perturbación (predominio de su esquema por encima de otras evidencias), c) lo que se propone como elemento de perturbación es para él algo irrelevante, d) el dato es tan novedoso que es imposible su asimilación a un esquema.

Si se consigue la perturbación, conflicto cognitivo o desequilibrio, la posibilidad de que la experiencia se convierta en integración dependerá de que el nuevo dato resulte más o menos familiar para alguno de sus esquemas o esté interesado o motivado para adquirirlo.

Para ayudar al alumno en la reequilibración, se requiere diseñar actividades encaminadas a invitarlo para reflexionar en determinadas direcciones donde puede estar la solución, ya que la reequilibración al ser un proceso interno al sujeto requiere un tiempo de reflexión para reajustar sus esquemas iniciales, con el fin de incorporar los nuevos conocimientos (acomodación). En ningún caso se darían soluciones o información significativa al comienzo, pues inhibiría sus esfuerzos cognitivos y por tanto las posibles reconstrucciones cognoscitivas necesarias para llegar a la reequilibración. Este es el fundamento principal de la *enseñanza por descubrimiento dirigido* basado en la teoría de la equilibración de Piaget (1978).

El control del docente para crear perturbaciones y reequilibrios es bastante menor que si sólo se pretende que el alumno memorice o comprenda, pudiendo establecer condiciones de enseñanza “precisas” que posibiliten un desequilibrio. Por otra parte, es importante cuidar las condiciones afectivas para que el alumno entre con interés y ganas al desarrollo de las actividades.

Algunas sugerencias para diseñar actividades que aumenten la posibilidad de lograr conflictos cognitivos son:

- Crear una situación inicial y solicitar a los alumnos que expliquen o expresen manipulativamente cómo sería posible lograr unos objetivos u otros.
- Plantear un problema y buscar una solución a través de una pequeña investigación. Habría una versión manipulativa de este diseño donde el problema se plantea en un contexto material y para encontrar la respuesta se deben manipular objetos.
- Hacer previsiones a partir de una situación inicial, y después de la experiencia, solicitar explicaciones al alumno al confrontar sus previsiones iniciales con los resultados de la experiencia.

Piénsese en las características de una adivinanza: atractiva, sugerente y todos quieren dar con la solución. Así se debe diseñar la actividad que pretenda implicar cognitiva y afectivamente al alumno. Mayor implicación cognitiva se logra en el alumno si las actividades se desarrollan en contextos sociales donde se dan interacciones intragrupales e intergrupales y en todo momento se solicita que se vayan explicitando los progresos.

D. Resignificar. Fomentar los procesos de reflexión en un ambiente de compromiso, dedicación e intensa interacción semiótica en el aula

Las nuevas construcciones por reflexión, como en ocasiones anteriores, requieren de la implicación cognitiva y afectiva del alumno a fin de insistir sobre el problema planteado, el conflicto y el esfuerzo cognitivo, incluso cuando los resultados esperados no son inmediatos. Si integrar una información nueva en un esquema requiere una dedicación importante en tiempo de enseñanza, mayor aún será para las construcciones por procesos de reflexión. Por suerte, se puede usar intencionadamente e intensivamente la interacción semiótica de clase para facilitar los procesos de reflexión, estrategia complementaria a la “recontextuar” (más centrada en las interacciones

sensomotrices) que se llamará “resignificar” (más centrada en las interacciones semióticas).

Los periodos de enseñanza para que se den las nuevas construcciones por reflexión son largos. En estos se precisa que el docente, con un actuar en clase coherente con los procesos constructivos por reflexión, desarrolle un plan de actividades que se aplica una y otra vez para la diversidad de contenidos y para ello será necesario que dichas actividades resulten atractivas para el alumno y mejor que sea por motivos endógenos (interés por el tema) que exógenos (necesidad de aprobar). Se considerarán las siguientes orientaciones didácticas:

- Para favorecer la toma de conciencia autónoma se pueden diseñar actividades que soliciten la consecución de un objetivo y donde se puedan percibir los resultados de las acciones o toma de decisión del alumno. La actividad es mejor que sea manipulativa, y si es intelectual, la toma de decisiones deben concretarse, registrando o explicando a los demás, para que se pueda ver su resultado. Para potenciar la toma de conciencia, la actividad se hace en grupo, siendo objeto de reflexión en un primer momento el vínculo acción-resultado para después reflexionar sobre los medios entre la acción y los resultados.
- El aula es un espacio que posibilita una intensa interacción social, por eso es un lugar óptimo para explicitar los contenidos implícitos del alumno, donde interaccionando con materiales adecuados, con compañeros de su grupo de trabajo o en debates de clase, pueda ir poniendo palabras adecuadas a dichos contenidos, lo cual puede conllevar en primer lugar una necesaria toma de conciencia. Fomentar el uso de la argumentación razonada (Driver, Osborne y Newton, 2000; Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003; Sardá y Sanmartí, 2000) para defender los diferentes puntos de vista o aquellos otros inventados oportunamente por el profesor, sería otro modo efectivo de lograr la necesaria implicación del alumno, no sólo para afrontar con decisión los momentos de conflicto cognitivo sino también para animar la explicitación de las ideas del alumno. Tras las actividades propias de la toma de conciencia autónoma, una vez establecidos los consensos intragrupal, se puede abrir un debate intergrupal más amplio, en colaboración con el profesor, donde se defiendan los diferentes puntos de vista con argumentos o evidencias que permitan ir explicitando con recursos semióticos compartidos los contenidos implícitos individuales a la vez que se enriquecen con el aporte de nuevos significados. Las interacciones entre iguales contienen un importante potencial para el aprendizaje (Carugati & Mugny, 1988).
- Para fomentar las construcciones operatorias se perciben dos líneas de orientaciones: la primera ya comentada, sugiriendo estrategias de variación relevante e irrelevante, donde la reflexión constante sobre los incrementos y decrementos de las variables o factores que intervienen en la situación, “obliga” al alumno a ir estructurando operatoriamente dichas variables, y la segunda, mediante estrategias de confrontación y conflicto cognitivo para que, aplicadas a una diversidad de contenidos de ciencias, el alumno pueda reflexionar sobre las mecánicas de compensación y reequilibración y, de este modo, desde las regularidades que pueda entrever, una y otra vez, pueda construir la operatoria subyacente (Inhelder y Piaget, 1972). Esta

reflexión se favorece en el entorno social de clase que posiblemente permitan acelerar las construcciones operacionales, las cuales han mostrado ser muy importantes para el aprendizaje de contenidos de ciencias (Lawson, 1993; Niaz, 1991; Shayer y Adey, 1993). Piénsese que detrás de muchos razonamientos del alumno, de sus habilidades hipotético-deductivas, de su capacidad de argumentar y, en general, de sus capacidades procedimentales, están sus operaciones mentales (Inhelder et al., 1974; Lawson, 1994; Niaz, 1991; Shayer & Adey, 1993).

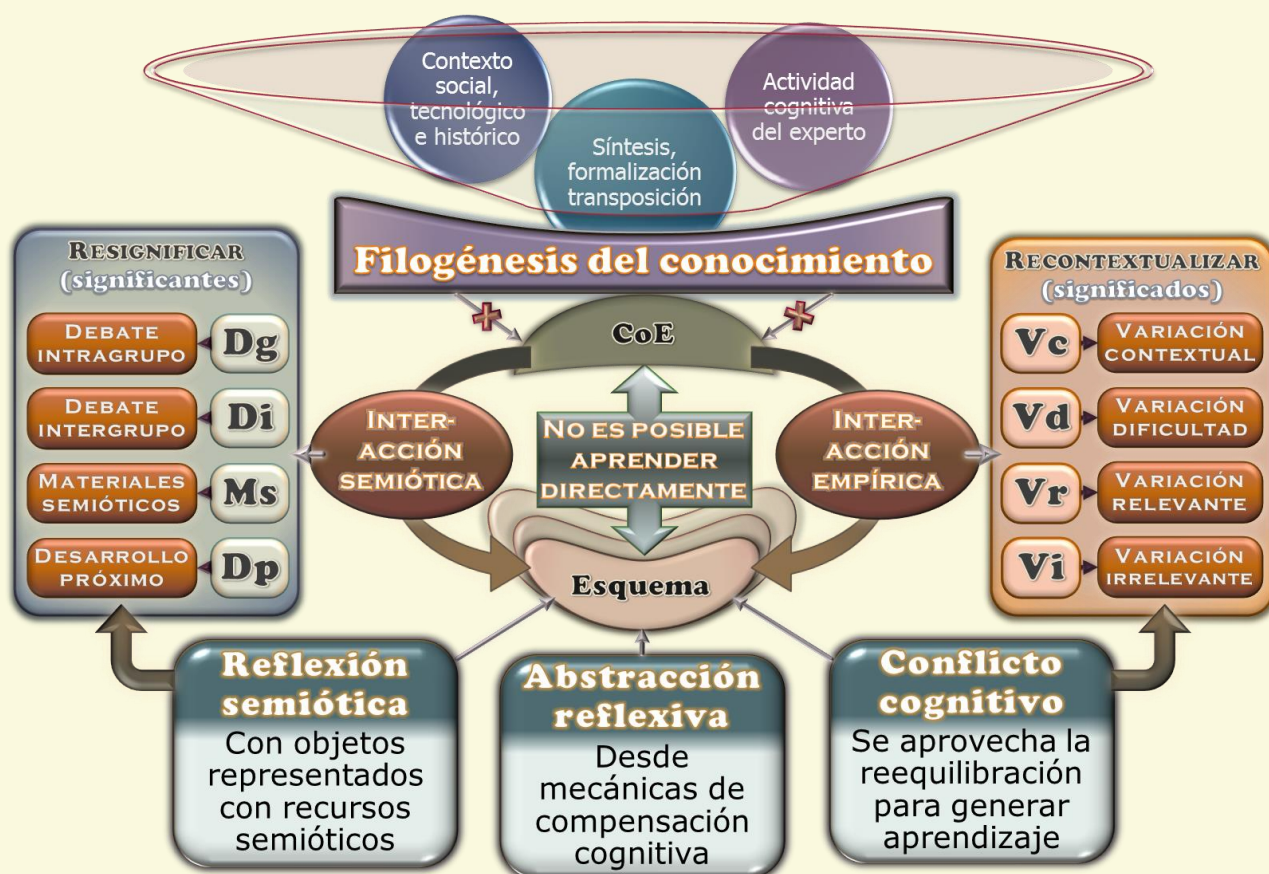
- Para fomentar procesos que se han denominado formalizar, hay que tener en cuenta que son reflexiones sobre contenidos cognitivos explícitos y conscientes. Para fomentar procesos de formalización se precisan actividades intra e intergrupales donde los objetos de interacción son materiales semióticos específicos del conocimiento matemático, filosófico, epistemológico, etc., y se combine periodos largos de reflexión interior con interacciones externas semióticas en debates, lecturas, o elaboraciones escritas. Ahora bien, si no hay un contexto cognitivo básico, creado desde referentes empíricos o prácticos, que permita dar significado adecuado a los significantes de dichos entramados semióticos, el avance estaría lleno de parcelas sin sentido.

En resumen, las orientaciones didácticas expuestas permiten desarrollar una enseñanza procedimental sobre los contenidos específicos de ciencias donde las adquisiciones por integración favorecen la transferencia cognitiva. A la vez, permiten desarrollar en el alumno capacidades procedimentales que actúan como herramientas cognitivas necesarias para reflexionar, controlar y ejecutar mejor su conocimiento (Karmiloff-Smith, 1994; Marina, 2012; Piaget, 1976; Pozo, 2003), para mejorar sus interacciones con el medio usando mecánicas hipotético-deductivas (Inhelder y Piaget, 1972) o para procesar la información de un modo más eficiente (Case, 1983; Pascual-Leone, 1983; Rumelhart y Ortony, 1982). Si enseñar contenidos específicos, en general, es difícil, la adquisición de los contenidos procedimentales es aún más y, consecuentemente, las estrategias de enseñanza son más exigentes pues deben de mantenerse coherentemente en plazos de tiempos largos aplicadas en una diversidad amplia de contenidos y contextos específicos (Marín, 2005).

Síntesis y conclusiones

El esquema 1 recoge la idea general de la propuesta AcA. Parte de la imposibilidad, en general, de transferir el contenido objeto de enseñanza (CoE) al alumno usando únicamente la vía de los significantes: es necesario crear un sustrato básico de esquemas que puedan ir dando significado al material semiótico de ciencias. Las orientaciones didácticas A, B, C y D, muestran dos líneas maestras que pretenden integrar el contenido de ciencias a enseñar en los esquemas del aprendiz:

- **Recontextualizar** el contenido de ciencias con contextos prácticos que permita al alumno darle sentido adecuado a la vez que enriquece sus esquemas con las nuevas experiencias. Las orientaciones didácticas basadas en las *mecánicas de conflicto cognitivo y reequilibración* son las más indicadas para esta fase.



- **Resignificar.** En un primer momento se trataría de compartir significados al realizar la recontextualización en grupos de trabajo (intragrupa) y buscar consensos a través de debates entre grupos (intergrupa). Después se primaría la interacción semiótica con libros, profesor e internet. Las orientaciones didácticas basadas en las *mecánicas constructivas por reflexión* (explicitar, operar y formalizar) serían más adecuadas de aplicar en esta fase.

Se trata de ir creando nuevas construcciones cognitivas para que el substrato de esquemas de conocimiento vaya enriqueciéndose hasta el punto de que el alumno adquiera la capacidad de asignar significados adecuados a la versión declarativa de ciencias.

El docente tiene la tarea de diseñar los procesos de enseñanza anteriores y participar como organizador y dinamizador de las actividades a la vez que va asistiendo los debates con su opinión y planteando cuestiones y dudas que invitan a los alumnos a reflexionar e ir explicitando sus ideas.

En general, las primeras actividades deben invitar al esfuerzo cognitivo del aprendiz ante las cuestiones problemáticas planteadas al inicio y sólo en las últimas será donde se aporte información significativa para dar soluciones, es decir, la secuencia básica de la *enseñanza por descubrimiento dirigido* (Marín, 2005).

Los modelos AcC se fundamentan en el supuesto paralelismo entre el conocimiento de ciencia y del alumno, lo que da “legitimidad” a fundamentar sus orientaciones didácticas en algún aspecto o teorización de la construcción del conocimiento de ciencias. Sin embargo, junto a ciertos paralelismos entre ambos

conocimientos también existen notables diferencias (Marín, 2003a). Por esta razón, las orientaciones didácticas del modelo AcA presentan novedades en relación al modelo AcC principalmente donde los procesos cognitivos del conocimiento individual son distintos a los de ciencias, como puede ser la asignación de significados, el desarrollo de los esquemas cognitivos, los procesos de equilibración del conflicto cognitivo o los procesos de reflexión; por ejemplo:

- La orientación didáctica A se ocupa de extraer consecuencias didácticas atendiendo y centrando la atención en la construcción de los significados en el alumno. A sería bien distinta si se deduce de la asignación de significados en el contexto de ciencias, ya que al ser un conocimiento socialmente compartido, requiere ser lo más explícita posible en un formato de red conceptual. De este modo se facilita al científico la asignación del significado a un concepto por su posición en la red y sus relaciones en dicho entramado con otros conceptos.
- La orientación didáctica B centra la atención en el constructo “esquema de conocimiento” como la entidad capaz de asignar significados y convertir en conocimiento los contenidos de ciencias. La enseñanza dirige sus esfuerzos a enriquecer los esquemas por procesos de integración y abre un espacio al uso de estrategias de variación contextual, del grado de complejidad y de factores relevantes e irrelevantes para diseñar actividades y una interacción alumno-actividad basada en procesos tentativos característicos del aprendizaje individual que muestran poca o ninguna semejanza con los procedimientos propios de la metodología científica.
- La orientación didáctica C ofrece una visión de la enseñanza de las ciencias diseñando estrategias de confrontación y conflicto cognitivo para que el alumno realice esfuerzos de reequilibración algo que pudiera parecer semejante a lo que propone el “cambio conceptual” pero en realidad es bien distinto pues mientras éste último propone una sustitución cognitiva imposible y estrategias para debilitar ideas previas, C busca proceso de asimilación y acomodación, la extensión asimiladora del esquema o procesos de diferenciación para originar nuevos esquemas (Marín, 2011; Marín, 1999).
- La orientación didáctica D al fundamentarse en procesos tales como la toma de conciencia, la abstracción reflexiva o la formalización semiótica tan específicos del conocimiento individual, no tienen uso en las diferentes teorizaciones sobre la construcción del conocimiento de ciencias, y esto es así porque las construcciones cognitivas del experto individual no quedan registradas en los escritos históricos, tan solo los hechos y descubrimiento significativos tamizados por la comunidad y es que lo psicológico no existe en la epistemología de la ciencia (Chalmers, 1984).

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Pérez, U., & Serrallé, J. (2009). El desarrollo de competencias científicas a través de una experiencia de introducción de la historia de las ciencias y las técnicas en el aula. *Enseñanza de Las Ciencias, Número Extra*(VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona), 2186-2192.
- Aparicio-Serrano, J. A., & Hoyos, O. L. (2008). Enseñanza para el cambio de las representaciones sobre el aprendizaje. *Universitas Psychologica*, 7(3), 725-737.
- Aparicio-Serrano, J. A., & Pozo, J. I. (2006). De fotógrafos a directores de orquesta: las metáforas desde las que los profesores conciben el aprendizaje. In J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 265-288). Barcelona: Grao.
- Arrieta, X., & Marín, N. (2002). Del experimento al concepto. *Revista Encuentro Educativo*, 9(2), 125 -146.
- Ausubel, D. P. (1982). *Psicología educativa, "Un punto de vista cognoscitivo."* México: Trilla.
- Benarroch, A. (1998). *Las explicaciones de los estudiantes sobre las manifestaciones corpusculares de la materia* (Tesis no publicada). Universidad de Granada.
- Benarroch, A. (2000). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de Las Ciencias*, 19(1), 123-134.
- Benarroch, A., & Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(2), 289-304.
- Bertalanffy, L. (1979). *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas: Estudios Científico-Filosóficos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Berzonsky, M. D. (1992). Self construction and hard core epistemic assumptions: A Lakatosian analysis of self identity. In *Sixth Conference European Association of Personality Psychology*. Groningen, Netherlands.
- Bliss, J. (1995). Piaget and after: the case of learning. *Studies in Science Education*, 25, 139-172.
- Bloom, J. W. (1992). Contexts of Meaning and Conceptual Integration: How Children Understand and Learn. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice* (pp. 177-194). State University of New York: Suny Series in Science Education.

- Blythe, T. (1999). *La Enseñanza para la comprensión: Guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Botella, L. (2001). *El Ser Humano Como Constructor de Conocimiento: El Desarrollo de las Teorías Científicas y las Teorías Personales*. Retrieved from http://padron.entretemas.com/cursos/deteorias/LECTURAS/Botella_Constructor%20del%20conocim.htm
- Burr, V. (2002). *The Person in Social Psychology*. United Kingdom: Psychology Press.
- Bustamante, G. (2004). La moda de las “Competencias.” In Sociedad Colombiana de Pedagogía (Ed.), *El Concepto de competencia: una mirada interdisciplinar*. Bogotá: Socolpe.
- Carabaña, J., & Espinosa, E. (1978). La teoría social del interaccionismo simbólico. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 1, 159-203.
- Carey, S., & Guo. (2008). Attitude Change and Knowledge Transformation.
- Carey, S., & Spelke, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. In L. Hirschfeld & S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind*. Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- Carugati, F., & Mugny, G. (1988). La teoría del conflicto sociocognitivo. In *Psicología social del desarrollo cognitivo* (pp. 79-94). Barcelona: Anthropos.
- Case, R. (1983). El desarrollo intelectual: una reinterpretación sistemática. In M. Carretero & J. A. García Madruga (Eds.), *Lecturas de psicología del pensamiento. Razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo* (pp. 339-362). Madrid: Alianza Editorial.
- Castilla del Pino, C. (2000). *Teoría de los sentimientos*. Barcelona: Tusquets.
- Castorina, J. A. (1998). Aprendizaje de la ciencia: constructivismo social y eliminación de los procesos cognitivos. *Perfiles Educativos*, 20(82), 24-39.
- Castorina, J. A. (2002). El impacto de la filosofía de la escisión en la psicología del desarrollo. *Psykhé. Revista de La Facultad de Psicología*, 11(1), 25-57.
- Castorina, J. A. (2006). El Cambio Conceptual en Psicología: ¿Cómo Explicar la Novedad Cognoscitiva? *Psykhé (Santiago)*, 15(2). doi:10.4067/S0718-22282006000200012
- Castorina, J. A. (2012). Algunos problemas filosóficos de las teorías psicológicas del cambio conceptual. *Estudios de Psicología*, 33(1), 21-37.
- Castorina, J. A., & Barreiro, A. V. (2010). El proceso de individuación de las representaciones sociales: historia y reformulación de un problema. *Interdisciplinaria*, 27. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=18014748005>
- Castorina, J. A., & Carretero, M. (2012). *Desarrollo cognitivo y educación (I): Los inicios del conocimiento* (1ª ed.). Buenos Aires: Paidós.
- Chalmers, A. F. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.

- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: belief revision, mental model and categorical shift. In *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 61-82). New York: Routledge.
- Chi, M. T. H., & Ohlsson, S. (2005). Complex declarative learning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 2-58). New York: Cambridge University Press.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & Leeuw, N. (1994). From Things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza.
- Coll, C. (1983). La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje. In C. Coll (Ed.), *Psicología genética* (pp. 183-201). Madrid: Siglo XXI.
- Coll, C. (1990). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar. La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza. In C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y Educación, II* (pp. 435-454). Madrid: Alianza Editora.
- Coll, C. (1992). Constructivismo e intervención educativa: “¿Cómo enseñar lo que ha de construirse?” *Aula de Innovación Educativa*, 2, 79-82.
- Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. In C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-186). Madrid: Alianza Editorial.
- Cudmani, L. C. de, Pesa, M. A., & Sandoval, J. S. de. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18 (1), 3-13.
- Delors, J. (1996). *La Educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana, Unesco.
- Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. In M. J. Rodrigo & J. Arnay (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 15-24). Barcelona: Paidós.
- Delval, J. (2002). Vygotsky y Piaget sobre la formación del conocimiento. *Investigación En La Escuela*, 48, 13-38.
- Delval, J. (2008). *Los niños y dios. Ideas infantiles sobre la divinidad, los orígenes y la muerte*. Madrid/México: Siglo XXI.
- Dienes, Z., & Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 735-808.
- DiSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the “pieces” vs. “coherence” controversy. In *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 35-60). New York: Routledge.
- DiSessa, A. A., & 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., Osborne, J. F., & Newton, P. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 48 (3), 287-312.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in Science Education. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263-282). Londres: Elsevier.
- Duschl, R. A., Hamilton, R. J., & Grandy, R. E. (1990). Psychology and Epistemology, match or mismatch when applied to science education. *International Journal of Science Education*, 12 (3), 230-243.
- Escudero, J. (2009). La formación del Profesorado de secundaria: contenidos y aprendizajes docentes. *Revista de Educación*, (Septiembre-Diciembre), 79-103.
- Fernández, T. R., Sánchez, J. C., Aivar, P., & Loredó, J. C. (2003). Representación y significado en psicología cognitiva: una reflexión constructivista. *Estudios de Psicología*, 24(1), 5-32.
- Ferrater Mora, J. (1978). *Diccionario de Filosofía abreviado*. Barcelona: Edhasa.
- Flores Ochoa, R. (2000). Autorregulación, metacognición y evaluación. *Acción Pedagógica*, 9(1), 4-11.
- Gallego, R. (2000). *El problema de las competencias cognoscitivas: una discusión necesaria*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- García Madruga, J. A. (1990). Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción. La teoría del aprendizaje verbal significativo. In C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y Educación, II* (pp. 81-93). Madrid: Alianza.
- García, R. (2002). *El conocimiento en construcción*. Barcelona: Gedisa.
- Gil, D., Carrascosa, J., Carré, A. D., Furio, C., Gallego, R., Gené, A., ... Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(3), 503-512.
- Gil, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Carvalho, A. M. P. D., Torregrosa, J. M., ... Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11 (6), 557-571.
- Gimeno, J. (2009). Diez tesis sobre la aparente utilidad de las competencias en educación. In J. Gimeno (Ed.), *Educación por Competencias, ¿qué hay de nuevo?* (pp. 17-58). Madrid: Morata.
- Glaserfeld, E. von. (1993). Introducción al constructivismo radical. In P. Watzlawick (Ed.), *La realidad inventada* (pp. 20-27). Barcelona: Gedisa.
- Godino, J. D. (2003). *Marcos teóricos de referencia sobre la cognición matemática*. Granada: Universidad de Granada.

- González, J., & Wagenaar, R. (2006). *Tuning Educational Structures in Europe II: La contribución de las universidades al Proceso de Bolonia*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- González, M. C. (2004). Dicotomías para analizar el conocimiento tácito. In R. A. Martins, L. A. Martins, C. C. Silva, & J. M. Ferreira (Eds.), *Filosofia e história da ciência no Cone Sul. 3o Encontro*. (pp. 290-206). Campinas: AFHIC.
- Halliday, M. A. K. (1982). *El lenguaje como semiótica social: Interpretación social del lenguaje y del significado* (1ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Holton, G. (1982). *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.
- Inhelder, B., Sinclair, M., & Bovet, M. (1974). *Aprendizaje y estructuras de conocimiento*. Madrid: Morata.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos de la Educación Secundaria. In L. Del Carmen (Ed.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la educación secundaria* (pp. 17-46). Barcelona: ICE/Horsori.
- Jiménez-Gómez, E., Benarroch, A., & Marín, N. (2006). The coherence of conceptions: a study concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(6), 577-598.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Karmiloff-Smith, A., & Elsabbagh, B. (2006). Modularity of Mind and Language. In H. Brown (Ed.), *Encyclopedia of Language and Linguistics* (Vol. 8, pp. 218-224). Oxford: Elsevier.
- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs*. London: Routledge.
- Kleiber, G. (1995). *La Semántica de los Prototipos*. Madrid: Visor.
- Lawson, A. E. (1993). Deductive reasoning, brain maturation, and science concept acquisition: Are they linked? *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (9), 1029-1051.
- 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), 165-187.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of

- learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. doi:10.1002/tea.10034
- Lenzi, A. M. (2010). Desarrollo cognoscitivo y formación de conocimientos políticos en niños y adolescentes. *Revista de Psicología*, 11, 83-104. *Revista de Psicología*, 11, 83-104.
- Lenzi, A. M., Borci, S., & Tau, R. (2010). El concepto de desarrollo en psicología: entre la evolución y la emergencia. *Fundamentos En Humanidades - Universidad Nacional de San Luis. Argentina*, Año XI(2), 137-161.
- López, M. F. (2005). Relaciones entre los procesos implícitos y explícitos en el aprendizaje. *Perspectivas En Psicología*, 1(1), 39-46.
- Luffiego, M. (2001). Reconstruyendo el constructivismo: hacia un modelo evolucionista del aprendizaje de conceptos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 19(3), 377-392.
- Marchand, H. (2001). Some Reflections On PostFormal Thought The Genetic Epistemologist, 3(29). Retrieved from <http://www.piaget.org/GE/2001/GE-29-3.html#item2>
- Marín, N. (1994a). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 20, 195-208.
- Marín, N. (1994b). *Evolución de los esquemas explicativos en situaciones de equilibrio mecánico*. Universidad de Granada, Facultad de Educación.
- Marín, N. (1997). *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Marín, N. (1998). *Contenidos procedimentales de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. El autor: Almería.
- Marín, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(1), 79-92.
- Marín, N. (2003a). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(1), 65-78.
- Marín, N. (2003b). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 43-55.
- Marín, N. (2005). *La enseñanza de las ciencias en Educación Infantil*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Marín, N. (2010a). Nuevas opciones constructivas en la teoría de Piaget sugeridas por las ideas de Vygotsky. *EDUCyT*, 1, 57-74.
- Marín, N. (2010b). Propuesta para compartir una base de datos de información bibliográfica (Bib) en Didáctica de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 7(3), 613-635.
- Marín, N. (2011). Evaluación de propuestas de cambio conceptual hechas desde la psicología cognitiva. Reflexiones sobre el aprendizaje de ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 8(2), 613-635.

- Marín, N. (2014a). Constructos orgánicos para una redescrición de la epistemología de la Ciencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*.
- Marín, N. (2014b). Constructs to describe individual knowledge / Constructos para describir el conocimiento individual. *Estudios de Psicología / Studies in Psychology*, 35(1), English version: pp. 29-41 / Versión en español: pp. 42-53. doi:10.1080/02109395.2014.893652
- Marín, N. (2014c). Enseñanza de las ciencias desde el punto de vista del constructivismo orgánico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(2), 221-237.
- Marín, N., & Benarroch, A. (1994). A comparative study of Piagetian and constructivist work on conceptions in science. *International Journal of Science Education*, 16(1), 1-15.
- Marín, N., & Benarroch, A. (1999). Modos de describir el conocimiento del alumno. In C. Martínez Losada & S. García Barros (Eds.), *XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 381-394). Departamento de Pedagogía e Didáctica das Ciencias Experimentais. La Coruña: Servicio de Publicaciones de la Universidad de la Coruña.
- Marín, N., & Benarroch, A. (2001). Los problemas de enseñanza de los contenidos procedimentales como un reto común de las Didácticas Específicas. In F. J. Perales (Ed.), *Actas del I Congreso de Didácticas Específicas* (pp. 1887-1900). Granada: Departamentos de Didácticas Específicas. Universidad de Granada.
- Marín, N., Benarroch, A., & 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), 225-238.
- Marín, N., Benarroch, A., & Niaz, M. (2013). Revisión de Consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Educación*, 361, 117-140. doi:10-4438/1988-592X-RE-2011-361-13
- Marín, N., & Cárdenas, F. A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía “el alumno como científico.” *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(1), 35-46.
- Marín, N., Jiménez-Gómez, E., & Benarroch, A. (2004). How to identify replies that accurately reflect students’ knowledge? A methodological proposal. *International Journal of Science Education*, 26(4), 425-445.
- Marín, N., Solano, I., & Jiménez-Gómez, E. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students’ conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 663-690.
- Marín, N., & Soto, C. (2012). Evaluación de la investigación sobre cambio conceptual y concepciones alternativas. Una aproximación al estado actual de la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 9(1), 80-94.

- Marín, N., & Uribe, C. (en prensa). Las competencias científicas desde una visión del sujeto como constructor de significados. *Enseñanza de Las Ciencias*.
- Marina, J. A. (1996). *El laberinto sentimental*. Barcelona: Anagrama.
- Marina, J. A. (1998). *La selva del lenguaje*. Barcelona: Anagrama.
- Marina, J. A. (2012). *La inteligencia ejecutiva*. Barcelona: Ariel.
- Marina, J. A., & López Penas, M. (1999). *Diccionario de los sentimientos*. Barcelona: Anagrama.
- Martí, E., & Pozo, J. I. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia Y Aprendizaje*, 90, 11-30.
- Martos Ramos, J. . (2010). La búsqueda del prototipo: reflexiones sobre los parámetros de categorización. *Revista de Filología Alemana*, 28, 247-259.
- Matthews, M. R. (1998). The Nature of Science and Science Teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 981-999). Londres: Kluwer.
- Mayer, R. E. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós.
- MEC. (1993). *Ley Organica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)*. Madrid: BOE (31-12-93).
- Moreno, M. (2011). ¿Qué es la Teoría General de Sistemas?
<http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-teoria-general-de-sistemas>.
- Morín, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Paidós.
- Moscovici, S. (2001). *Social representations. Explorations in social psychology*. New York: New York University Press.
- Mosterín, J. (1993). *Filosofía de la cultura*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mugny, G., & Pérez, J. (1988). *Psicología social del desarrollo cognitivo*. Barcelona: Anthropos.
- Niaz, M. (1989). The relationship between M-Demand, Algorithms, Problem Solvin: A Neopiagetian Analysis. *Journal of Chemical Education*, 66(5), 422-424.
- Niaz, M. (1991). Correlates of formal operational reasoning: a neo-piagetian analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 19-40.
- Noë, A. (2006). Precipitous action in perception. *Psyche*, 12(1). Retrieved from <http://psyche.cs.monash.edu.au/>
- OCDE. (2008). *La definición y selección de competencias clave*. Retrieved September 11, 2010, from <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.html>

- OCDE. (2009). *PISA Assessment Framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Retrieved February 14, 2011, from <http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf>
- Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17 (1), 93-108.
- Organista Díaz, P. (2005). Conciencia y metacognición. *Avances En Psicología Latinoamericana*, 23, 77-89.
- Overton, W. F. (2004). Embodied Development: Ending the Nativism-Empiricism Debate. In C. Garcia Coll, C. E. Bearer, & R. Lerner (Eds.), *Nature and Nurture: The Complex Interplay of Genetic and Environmental Influences on Human Behavior and Development* (pp. 201-223). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Paolis, P., & Mugny, G. (1988). Regulaciones relacionales y sociocognitivas del conflicto sociocognitivo. In *Psicología social del desarrollo cognitivo* (pp. 119-137). Barcelona: Anthropos.
- Pascual-Leone, J. (1979). La teoría de los operadores constructivos. In J. Delval (Ed.), *Lecturas de psicología del niño* (pp. 208-228). Madrid: Alianza Universitaria.
- Pascual-Leone, J. (1983). Problemas constructivos para teorías constructivas. In M. Carretero & J. A. García Madruga (Eds.), *Lecturas de psicología del pensamiento* (pp. 363-392). Madrid: Alianza Editorial.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (2005). A dialectical constructivist view of developmental intelligence. In O. Wilhelm & R. W. Engle (Eds.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 177-201). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pecharromán, I., & Pozo, J. I. (2006a). ¿Cómo sé que es verdad?: epistemologías intuitivas de los estudiantes sobre el conocimiento científico. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 11(2), 153-187.
- Pecharromán, I., & Pozo, J. I. (2006b). ¿Qué es el conocimiento y cómo se adquiere? Epistemologías intuitivas en profesores y alumnos de secundaria. In J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 243-264). Barcelona: Grao.
- Pecharromán, I., & Pozo, J. I. (2008). Epistemologías intuitivas de los adultos: influencia de la edad, el nivel de instrucción y el dominio de conocimiento. *Estudios de Psicología*, 29 (1)(3), 245-272.
- Pecharromán, I., Pozo, J. I., Mateos, M., & Pérez Echeverría, M. P. (2009). Psicólogos ante el espejo: las epistemologías intuitivas de los estudiantes de psicología. *Avances En Psicología Latinoamericana*, 27(1), 61-78.
- Peñalver, C. (1988). El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad. *Investigación En La Escuela*, (5), 11-16.

- Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Pozo, J. I., & Scheuer, N. (2001). En busca del constructivismo perdido: concepciones implícitas sobre el aprendizaje. *Estudios de Psicología*, 22(2), 155-173.
- Perrenoud, P. (2000). El arte de construir competencias. Retrieved from http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_30.html
- Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿Es darle la espalda a los saberes? *Revista de Docencia Universitaria*, 6(2). Retrieved from <http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU/article/view/72>
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* (Grao.). Barcelona.
- Pezzulo, G. (2011). Grounding Procedural and Declarative Knowledge in Sensorimotor Anticipation. *Mind & Language*, 26(1), 78-114.
- Piaget, J. (1946). *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*. Paris: P.U.F.
- Piaget, J. (1969). *Biología y Conocimiento*. México: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1972). *La transmission des mouvements*. Paris: P.U.F.
- Piaget, J. (1973). *La formation de la notion de force*. Paris: P.U.F.
- Piaget, J. (1974). *El estructuralismo*. Barcelona: Oikos-tau.
- Piaget, J. (1975). *La composición de la fuerzas y el problema de los vectores*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1976). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1977a). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin.
- Piaget, J. (1977b). *Lógica y psicología*. Argentina: Solpin.
- Piaget, J. (1978a). *Investigaciones sobre la contradicción*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1978b). *La equilibración de las estructuras cognitivas, "Problema central del desarrollo."* Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1978c). *La representación del mundo en el niño*.
- Piaget, J. (1980). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- Piaget, J. (1981). *Psicología y Epistemología*. Barcelona: Ariel.
- Piaget, J., & García, R. (1973). *Las explicaciones causales*. Barcelona: Barral.
- Piaget, J., & García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Mexico: Siglo XXI.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris: P.U.F.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1971). *El desarrollo de las cantidades en el niño*. Barcelona: Nova Terra.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1976). *Génesis de las estructuras lógicas elementales, "Clasificaciones y seriaciones."* Buenos Aires: Guadalupe.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1984). *Psicología del niño*. Madrid: Morata.
- Polya, G. (1968). *Mathematical discovery*. Nueva York: Wiley.
- 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, 127-139.
- Pozo, J. I. (1999). 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*, 15-31.
- Pozo, J. I. (2001). *Humana mente: el mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (2003). *La adquisición de conocimiento*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. In J. I. Pozo & F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (p. ???). Madrid: Machado.
- Pozo, J. I. (2009). Adquirir una concepción compleja del conocimiento: creencias epistemológicas y concepciones del aprendizaje. In J. I. Pozo & M. P. Pérez Echeverría (Eds.), *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias* (pp. 70-86). Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (2011). Las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. In 5º *Congreso Nacional de Educación* (pp. 7-15). México: Sindicato Nacional de trabajadores de la Educación. Retrieved from http://www.snte.org.mx/documentos/convocatorias/5toc_tomo_3.pdf#page=8
- Pozo, J. I., & Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Machado.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Martín, E., Pérez Echeverría, M. P., Scheuer, N., Mateos, M., & De la Cruz, M. (2010). Ni contigo ni sin ti... Las relaciones entre cognición y acción en la práctica educativa. *Infancia Y Aprendizaje*, 33(2), 179-184.
- Pozo, J. I., & Pérez Echeverría, M. P. (2009). *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., & Echeverría, M. P. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. In J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 95-134). Barcelona: Grao.

- Pozo, J. I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Martín, E., & Cruz, M. D. la. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Grao.
- Quintanilla, M. (2009). Enseñar y aprender a escribir historias de la ciencia para desarrollar competencias de pensamiento científico. *Enseñanza de Las Ciencias, Número Extra*(VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona), 3578-3581.
- Rankin, G. (1995). A challenge to the theory view of students' understanding of natural phenomena. *Science Education*, 79 (6), 693-700.
- Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge*. New York: Oxford University Press.
- Riegler, T. (2002). When is a cognitive system embodied? *Cognitive Systems Research*, 3, 339-348.
- Rodrigo, M. J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. In M. J. Rodrigo & J. Arnay (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 177-194). Barcelona: Paidós.
- Rodrigo, M. J., & Correa, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. In J. I. Pozo & C. Monereo (Eds.), *El aprendizaje estratégico* (pp. 75-86). Madrid: Aula XXI/Santillana.
- Rodrigo, M. J., Rodríguez, A., & Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodriguez, W. (2003). Interacción social y mediación semiótica: herramientas para reconceptualizar la relación desarrollo-aprendizaje. *Educere*, (20), 369-379.
- Rosch, E. (1999). Reclaiming concepts. *Journal of Consciousness Studies*, 6(11-12), 61-77.
- Roth, W. M. (1990). Neo-piagetian predictors of achievement in physical science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (6), 509-521.
- Rumelhart, D. E., & Ortony, A. (1982). The representation of knowledge in memory. *Infancia Y Aprendizaje*, 20, 115-158.
- Salomon, G. (2001). No hay distribución sin la cognición de los individuos. Un enfoque interactivo dinámico. In G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 153-184). Buenos Aires: Amorrortu.
- Sánchez Meca, D. (1996). *Diccionario de Filosofía*. Madrid: Alderabán.
- Sarabia, B. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes. In C. Coll, J. I. Pozo, B. Sarabia, & E. Valls (Eds.), *Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes* (pp. 133-198). Madrid: Santillana.

- Sardá, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Scheuer, N., & Pozo, J. I. (2006). El cambio de las concepciones para la nueva cultura educativa. In J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 375-402). Barcelona: Grao.
- Serrano, J. M., & Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1). Retrieved from <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>
- Shayer, M., & Adey, P. S. (1984). *La ciencia de enseñar Ciencia, "Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum."* Madrid: Narcea.
- Shayer, M., & 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), 351-366.
- Solomon, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice* (p. ???). Nueva York: Suny Press.
- Suay Belenguer, J. M. (2012). La mente mecánica. *Naturaleza Y Libertad. Revista de Estudios Interdisciplinarios*, 1.
- Taber, K. S. (2000). Case studies and generalizability: grounded theory and research in science education. *International Journal of Science Education*, 22 (5), 469-487.
- Tobón, S. (2006). *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá: Ecoe.
- Uribe, C., & Marín, N. (2012). Niveles cognitivos en la actuación competente. In A. Claret & C. Uribe (Eds.), *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula* (pp. 179-205). Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología Santiago de Cali 21 a 25 de junio de 2010: Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT.
- Uribe, C., Quintero, M., & Rodríguez, A. M. (2006). Metacognición e intervención en el desarrollo cognitivo mediante la educación en ciencias naturales. *Journal of Science Education*, 7(2).
- Viennot, L. (1985). Analysing students' reasoning in science: a pragmatic view of theoretical problems. *European Journal of Science Education*, 7(2), 151-162.
- Vilches, J., Carrillo, F., & Fernández, I. (2009). Introducción de la epistemología de la ciencia en los currícula de magisterio para el desarrollo de las competencias científicas necesarias en la práctica docente. análisis de la realidad. *Enseñanza*

de Las Ciencias, Número Extra(VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona), 1134-1137.

- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: state of the art future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 3-14). Londres: Elsevier.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1213-1230.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. In *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 3-34). New York: Routledge.
- Vuyk, R. (1985). *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Wiske, M. S. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión: Vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.
- Yalile Sánchez, H. (2007). La solución de problemas como un campo de concurrencia de distintas teorías en Psicología. *Revista Colombiana de Psicología*, 16, 147-162.
- Yang, W. G. (1999). An Analysis of "Pupil as Scientist" Analogies. In *Science as Culture. Bicentenary of the Invention of the Battery by Alessandro Volta* (pp. 15-19). Lake Como, Italy.