



# 2012

**UNIVERSIDAD DE  
VALLADOLID  
ESCUELA DE  
MAGISTERIO DE  
SEGOVIA**

## **LA PRESENCIA DE LA QUÍMICA EN EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.**



**TFG CURSO DE  
ADAPTACIÓN A GRADO-  
PRIMARIA 2012**

**AUTOR:**

**ANA PONTIJAS RAMIRO**

**TUTOR ACADÉMICO:**

**CELEDONIO ÁLVAREZ GONZÁLEZ**

# ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
TÍTULO.....	3
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	8
METODOLOGÍA.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES.....	9
LA COMPETENCIA CIENTÍFICA.....	9
RESULTADOS.....	11
CONTRIBUCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS.....	11
LA QUÍMICA EN EL CURRÍCULO.....	13
LA QUÍMICA QUE DEBEN CONOCER LOS MAESTROS Y MAESTRAS DE PRIMARIA.....	24
EL MÉTODO CIENTÍFICO ESCOLAR. MODELOS DIDÁCTICOS.....	26
CONCLUSIÓN.....	35
ANEXO I.....	37
REFERENCIAS.....	40

## TÍTULO

**“La presencia de la Química en el currículo de Educación Primaria”**

**AUTOR: Ana Pontijas Ramiro**

**TUTOR ACADÉMICO: Celedonio Álvarez González**

## RESUMEN

El presente trabajo aporta una mirada a la situación actual de la enseñanza de la química en edades tempranas y los factores que influyen en el éxito o el fracaso del aprendizaje y la comprensión de la química en la educación obligatoria. A través del análisis de contenidos del currículo de educación primaria y de los modelos didácticos de enseñanza de las ciencias podemos hacer una reflexión sobre cuáles son los elementos fundamentales para la introducción del “pensamiento químico” y la “actividad química” en las aulas de primaria de manera efectiva y positiva.

**PALABRAS CLAVE:** Pensamiento Químico, Mirada Química, Preguntas Investigables, Modelo Cambio Químico, Teorías Intuitivas, Modelos Teóricos.

## ABSTRACT

The present study provides a look at the current state of chemical education at early ages and the factors that influence the success or failure of the learning and understanding of chemistry in compulsory education. Through analysis of curriculum content in primary and didactic models of teaching science we can reflect on what are the key elements for the introduction of “chemical thought” and “chemical activity” in elementary classrooms effectively and positively.

**KEYWORDS:** Thinking Chemical, Chemistry Look, Researchable Questions, Chemical Change Model, Intuitive Theories, Theoretical Models.

## INTRODUCCIÓN

La presencia de la Química en la vida cotidiana del ser humano tiene una larga historia paralela a la evolución del hombre y de las civilizaciones. El paso de la observación de fenómenos naturales a la manipulación de los materiales para resolver problemas cotidianos, como la alimentación o la lucha por la supervivencia, tendría repercusiones que marcaron el curso de la historia, y la sucesión de etapas históricas.

La evolución del hombre está estrechamente ligada a las transformaciones desde tiempos prehistóricos.

Hace aproximadamente 500.000 años el Hombre Paleolítico consiguió dominar el proceso de combustión. El dominio de ésta primera fuente de energía mejoró sustancialmente la calidad de vida de los primeros homínidos al poder cocinar alimentos y calentar las cuevas o chozas que servían de refugio.

El Neolítico se inició con el descubrimiento de la agricultura. Hace 7000 años el hombre comenzó a controlar el proceso de germinación de las semillas, a manipular y a experimentar con la producción de alimentos. A finales del Neolítico, en la Edad de los Metales (4000-3000 a. C) se idearon las primeras técnicas para obtener metales a partir de una sustancia mineral. Casi por arte de magia, el fuego transformaba una piedra verde malaquita en un material rojizo moldeable con el que aprendieron a fabricar armas y ornamentos: el cobre. Después mezclaron sustancias para obtener un nuevo material, el bronce, más duro y resistente. Y después se descubrió el hierro.

Nuestros ancestros aprendieron a hacer Química, pero no le pusieron nombre. De los oficios artesanos, pasando por la alquimia y la magia, hasta la actividad científica actual hay un largo recorrido que se puede narrar con la Química como protagonista principal.

Como relata Izquierdo en “Química en Infantil y Primaria: una nueva mirada” (2012):

Desde la antigüedad, los “transformadores de materiales” han utilizado un lenguaje específico, hornos en los que podían calentar las mezclas de manera controlada, recipientes de formas y materiales diversos (...) ahora bien, a pesar de valorar la precisión en el lenguaje, no usaban las mismas palabras ni las fórmulas que llenan ahora los libros de Química. (p 8)

La Química de los libros, con su lenguaje y sus fórmulas, asusta si no se prepara una aproximación progresiva a las explicaciones científicas desde edades tempranas. No hacen falta lenguajes ni fórmulas complicadas para empezar a hacer ciencia, se comenzó sin ellas... ¡y se llegó lejos!

La presencia y la relevancia de los fenómenos y las transformaciones Químicas en la actualidad es indiscutible, y su análisis es fundamental para entender muchas de las circunstancias y problemas globales del mundo en el que vivimos. Es por ello que la Química ha de estar presente en el currículo educativo desde las primeras etapas de la escolarización, para facilitar la comprensión y posibilitar la intervención positiva en el entorno.

Con éste trabajo se pretende justificar la presencia de la Química en el currículo de la educación primaria, darle un protagonismo especial para despertar la curiosidad en los maestros y fomentar una actitud creativa y relajada hacia la actividad científica que se llegue a transmitir y contagiar a los alumnos en las aulas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Desde la incorporación de las Escuelas de Magisterio a la universidad en 1970 con la Ley General de Educación (LGE), la formación de maestros ha sido universitaria y de diplomatura. Inicialmente (modelo LGE) existían multitud de especialidades, incluida la Diplomatura en Formación del Profesorado de EGB: Especialidad en Ciencias. La Reforma Educativa de la LOGSE (1990) instauró un modelo de formación de maestros generalista, en el que a las titulaciones de Educación Infantil y Primaria se añadían únicamente 4 especialidades: Educación Musical, Educación Física, Educación Especial y Lengua Extranjera), perdiéndose la especialización en ciencias. En este

sentido, el profesorado de primaria actualmente en los centro a cargo del área de Conocimiento del Medio tiene formación mayoritaria generalista.

La mayoría de los estudiantes de Magisterio (el actual Grado de Primaria) se sienten inseguros ante las disciplinas científicas: física, química e incluso matemáticas. Son una minoría los que han cursado el bachillerato de ciencias antes de decidirse a estudiar la carrera de Magisterio - Grado en Educación Primaria. Según el Informe ENCIENDE de Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España, la mayoría de ellos no estudian ciencias desde los 15 años. El sistema de educación y formación inicial del profesorado de primaria en nuestro país, por otra parte, aunque ha ido mejorando en extensión y profesionalización en las sucesivas reformas educativas, sigue siendo deficiente en contenidos científicos y no alcanza los niveles de formación ni especialización que se exigen en otros países. (COSCE, 2011).

La enseñanza de la Química exige un conocimiento suficiente en contenidos científicos básicos por parte del profesorado de primaria, además de una alta formación en enseñanza de las ciencias.

Izquierdo Aimerich afirma que la enseñanza de la Química está en crisis en parte por una tradición de enseñanza dogmática en la que los contenidos sólo tienen sentido para los químicos, pero no para los alumnos, porque no se plantea sobre situaciones en las que una explicación Química sea relevante para resolver un problema (2004). Éste tipo de enseñanza tradicional tiene una sólida implantación en nuestro país (aún muy presente en niveles superiores y en secundaria), pero gracias a las aportaciones de estudios en didáctica y en psicopedagogía en las últimas décadas, la enseñanza tiende a evolucionar en base a principios de intervención educativa como: partir de los conocimientos previos y el nivel de desarrollo psicoevolutivo de los alumnos, favorecer su participación activa en los procesos de enseñanza - aprendizaje, el enfoque lúdico de la actividad del aula, el carácter globalizador de la enseñanza, la funcionalidad de los aprendizajes y fomentar la interacción social y la relación entre iguales.

La metodología en primaria se fundamenta en modelos de enseñanza basados en la experimentación, el diálogo y actividades que tengan sentido para los alumnos y

alumnas. Se hacen proyectos, se hacen preguntas... pero aún así, pocas veces sus preguntas tienen que ver con la Química. Maestros y maestras se encuentran con dificultades para introducir en el aula preguntas relativas al cambio químico, dirigir la mirada de los alumnos y alumnas hacia cosas abstractas como los átomos y moléculas, aunque los materiales y los fenómenos están presentes en su entorno.

Es de suponer, entonces, que las inquietudes y el entusiasmo didáctico de nuestros maestros tiendan más hacia otras áreas del currículo, y dentro del área de Conocimiento del Medio, se profundice más en los temas socioculturales o medioambientales en detrimento de los específicos de las ciencias experimentales: física y química.

Los libros de texto facilitan en los primeros años de ejercicio el paso sin pena ni gloria por los temas científicos, con explicaciones de los conceptos fundamentales y algunas propuestas experimentales que se suelen pasar por alto alegando falta de medios específicos (instalaciones o material de laboratorio).

Esto puede ser un círculo vicioso porque la falta de entusiasmo y de una propuesta clara de aproximación a las ciencias experimentales en primaria no puede generar inquietud ni curiosidad científica en los alumnos, y se mantiene la creencia de que la Química es una disciplina difícil cuyo desarrollo y profundización se relega a etapas posteriores. Esto tiene una repercusión directa en la manera de afrontar con miedo, en la Educación Secundaria, la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, y en un posible fracaso escolar. Los profesores de secundaria tienen mucha formación científica, pero poca formación pedagógica, lo cual no hace sino empeorar la situación hasta el punto de que los alumnos acaban la educación obligatoria con una visión bastante negativa de la Química.

Como sentenció Isaac Asimov, «la diferencia entre entender y no entender es también la diferencia entre respeto y admiración, por un parte, y odio y miedo, por la otra».

Para la enseñanza de la Química en primaria los estudiantes de Magisterio deben profundizar en su formación desde dos ámbitos muy bien definidos. Por un lado en la ampliación de conocimientos que permitan afrontar con seguridad la enseñanza y por otro planificar la enseñanza con una metodología motivadora y que favorezca el aprendizaje: trabajo con una metodología de proyectos, enfrentar regularmente al

alumnado con situaciones problemáticas contextualizadas, e incorporación de actividades no convencionales a las clases.

## OBJETIVOS

Estudiar el potencial educativo de los fenómenos por su relación con el desarrollo del pensamiento químico y la competencia científica, así como sus posibilidades de contribución al desarrollo de las demás competencias básicas.

Descubrir la presencia de la Química en el currículo de educación primaria con la intención de saber qué tipo de contenidos han de dominar los maestros y maestras para que la acción educativa pueda detenerse en la enseñanza de la Química con deleite tanto de maestros y maestras como de alumnos y alumnas.

Analizar la evolución de las propuestas metodológicas de actuación en el ámbito de la didáctica de las ciencias a lo largo de la historia, y su contribución a la introducción racional y razonable de la actividad Química en la escuela primaria así como sus orientaciones para el trabajo en el aula.

## METODOLOGÍA

El planteamiento metodológico para el presente trabajo ha sido el análisis de contenido del currículo de educación primaria rescatando los contenidos con un posible desarrollo desde el punto de vista de la Química. La lectura sistemática del currículo nos ha permitido determinar cuales son los contenidos que facilitan el desarrollo de la competencia científica y del resto de las competencias en el marco de un proyecto educativo en el que la Química tuviera un mayor protagonismo.

Por otro lado la revisión bibliográfica sobre la materia nos ha llevado a descubrir material, clásico y actualizado, como libros, diversas publicaciones especializadas de educación científica y artículos de investigación e innovación educativa..., que



profundizan en las dificultades de la enseñanza de la Química, la evolución del enfoque curricular y propuestas de trabajo de aproximación científica en las aulas de primaria.

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES**

### **LA COMPETENCIA CIENTÍFICA**

La Ley Orgánica de Educación 2/2006, LOE, actualmente en vigor en España, introdujo como principal novedad al currículo el trabajo por competencias como eje vertebrador del currículo de Educación Primaria, tal y como recomienda la Comisión Europea de Enseñanza. Zabala y Arnau (2007) señalan que la enseñanza por competencias debe capacitar a los alumnos para una intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida, mediante acciones en las que se movilizan al mismo tiempo y de manera interrelacionada habilidades y conocimientos actitudinales, procedimentales y conceptuales.

En el RD 1513/2006 por el que se establecen las Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria, aparece la Competencia Científica recogida con el nombre de Competencia en el Conocimiento y la Interacción con el Mundo Físico, y se define como:

(...) la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos. (...) incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.), y para interpretar el mundo, lo que exige la aplicación de los conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos del conocimiento científico involucrados (p. 43059)

En el año 2006 la Organización para La Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), dentro del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, estableció la competencia científica como área de evaluación prioritaria, definiendo en el informe PISA 2006 dicha competencia como:

1. El conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre temas relacionados con las ciencias;
2. La comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como una forma del conocimiento y de investigación humanos;
3. La conciencia de las formas en que la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural;
4. La disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo (p. 23).

Esta definición de la competencia científica incluye aspectos del saber científico y del saber hacer ciencia, así como aspectos relacionados con una determinada actitud hacia la ciencia y una ética social.

La finalidad última es capacitar a los alumnos para la comprensión de los fenómenos (y después, de los conceptos) así como para la interacción con el medio.

El proceso de adquisición de ésta competencia incluye el dominio de determinadas destrezas del hacer científico, buscando poco a poco el desarrollo del gusto por el rigor y la precisión en los procedimientos. Las destrezas necesarias incluyen la habilidad progresiva para identificar los problemas, reconocer el valor de las preguntas bien formuladas, la observación, la experimentación y la capacidad de extraer y comunicar conclusiones.

No menos importante es el componente actitudinal de ésta competencia, porque el desarrollo del conocimiento ha de ir acompañado de la adquisición de valores y criterios

éticos y de un sentimiento de responsabilidad hacia la sociedad y hacia el medio ambiente.

## RESULTADOS

### CONTRIBUCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS

La LOE determina que las competencias básicas constituyen el marco de referencia a la hora de evaluar a los alumnos y de decidir la promoción o permanencia de un alumno en un ciclo (LOE, art. 20.2), así que su desarrollo debe ser un objetivo prioritario del currículo de educación primaria en todas sus áreas.

Un proyecto educativo que pretenda despertar el pensamiento químico en los niños y niñas planificará su actuación teniendo en cuenta el enfoque globalizador así como el carácter integrador y competencial de la etapa de primaria.

El desarrollo de la competencia científica conlleva el desarrollo de *autonomía e iniciativa personal* porque se trabajará en un aula activa en la que se fomenta la participación y la toma de decisiones para resolver las situaciones que se plantean. Los niños y niñas aprenderán a conocerse a sí mismos a través de sus intervenciones, al tiempo que se integran afianzando su autonomía y su sentimiento de pertenencia a un grupo.

La *competencia social y ciudadana* ha de estar presente en la realidad del aula creando un clima de relación social positiva entre los participantes, de respeto y comunicación, que los alumnos aprenderán a extrapolar a otras situaciones y contextos. En las actividades científicas del aula aprenderán a trabajar en equipo y a cooperar, competencias básicas y fundamentales para una sociedad en la que se ha de promover la cooperación por encima de la competitividad. Los alumnos conocerán también las implicaciones sociales del conocimiento científico y la responsabilidad social y ciudadana que de él se deriva.

*Las competencias matemática y de comunicación lingüística* son necesarias para la interpretación de la información así como para la comunicación de ideas, opiniones, hipótesis y creencias. Los niños y niñas aprenderán a utilizar diferentes lenguajes (oral,

escrito, gráfico, gestual, matemático, informático...) para elaborar sus explicaciones científicas, utilizando términos cada vez más complejos y específicos de la materia a medida que van comprendiendo los conceptos. Aprenderán a utilizar diferentes formas de representación de la información como tablas y gráficos, y a utilizar fórmulas y operaciones matemáticas aplicadas a un contexto interesante y productivo. El componente dialógico y de comunicación en el desarrollo de la competencia científica es crucial porque al comunicar ideas se favorece la estructuración y la reorganización de las ideas, la interiorización del conocimiento; aprenden a justificar, a argumentar, a defender, a describir científicamente.

La *competencia digital y de tratamiento de la información* se debe educar en la escuela porque aunque tratamos con nativos de la era de las nuevas tecnologías, el buen uso de los medios y el sentido crítico se debe aprender en un entorno seguro y un contexto de aprendizaje. El uso de recursos y medios digitales y tecnológicos como herramienta en la enseñanza de la Química estará al servicio del aprendizaje y la educación de nuestros alumnos. La búsqueda de información de temas científicos para escolares ha de estar guiada por sus maestros y maestras por la dificultad de localizar el material adecuado para cada nivel entre tanta cantidad de material disponible. Por otro lado la disponibilidad de material audiovisual educativo (videos, fotografías, animaciones...) de calidad es abundante y facilita la comprensión de muchos fenómenos que al no ser observables de manera directa son difíciles de comprender y asimilar.

El uso de diferentes lenguajes para explicar aquello que no vemos pondrá en marcha mecanismos de creatividad e imaginación. La expresión plástica y la creación de modelos para representar conceptos, elementos, procesos o explicaciones científicas requiere el uso de facultades artísticas y el desarrollo del sentido estético. La *competencia artística y cultural* se desarrolla también de forma natural en la observación y apreciación de fenómenos naturales y cambios químicos donde la belleza de las formas, estructuras y colores cautivarán a los niños y niñas. Aprenderán a sensibilizarse y disfrutar con éstas manifestaciones de arte en la naturaleza y a respetarlas como patrimonio del mundo y de la humanidad.

Por último la planificación tanto individual como en grupo de las experiencias de aprendizaje es un valor a añadir desde el punto de vista competencial porque se trabaja la **competencia para aprender a aprender**. La participación activa genera una actitud positiva hacia el aprendizaje, el placer de aprender. La educación científica tiene, entre otras, la finalidad de

facilitar que todos y todas lleguen a ser autónomos en su proceso de aprendizaje, el cual debe perdurar toda la vida. Por ello resulta esencial potenciar sistemas de autorregulación del propio aprendizaje, hábitos de trabajo y estudio, el placer por aprender. (Pujol, 2003, p. 60)

La diversificación de metodologías de enseñanza es fundamental para conseguir llegar a todos los alumnos y alumnas porque la existencia de diversos estilos de aprendizaje en el aula requiere la puesta en práctica de diferentes técnicas para el aprendizaje y la comprensión de los contenidos. Cada niño o niña debe encontrar la manera de interiorizar los aprendizajes y descubrir con ayuda del maestro o maestra cuál es el su estilo de aprendizaje. La transmisión de un concepto debe encontrar abierta la puerta de la percepción, y eso no pasa siempre. Hay que aprender a aprender, porque no todos lo hacemos de la misma manera.

## LA QUÍMICA EN EL CURRÍCULO

El tratamiento de la Química en la educación primaria responde a una propuesta curricular que se sustenta en modelos psicopedagógicos que analizan los procesos de construcción de conocimiento para establecer unos principios didácticos y organizar la selección de contenidos asegurando la coherencia horizontal (entre las diferentes áreas) y vertical (a lo largo de los cursos, ciclos y etapas)

Una de las aportaciones más significativas de la psicología cognitiva a la didáctica de las ciencias fueron las teorías de Piaget (1999). Piaget describe varios estadios en el proceso de desarrollo cognitivo de los niños, cada uno con unas características que afectan a su forma de entender la realidad. La edad de los niños y niñas en la etapa de primaria corresponde a lo que denomina de “operaciones concretas”, que se caracteriza por el pensamiento intuitivo y una lógica vinculada a informaciones concretas. En ésta etapa evolucionan en su capacidad de análisis y de síntesis hacia el pensamiento abstracto que caracteriza el siguiente estadio: el de las “operaciones formales”, que se

corresponde con el final del tercer ciclo de primaria, o más bien con la etapa de secundaria. Buena parte de las habilidades propias del pensamiento científico pertenecerían, según el modelo de Piaget, al estadio de operaciones formales, quedando por tanto el pensamiento químico fuera del alcance de las capacidades de los niños y niñas de primaria, según afirma Martí (2012). Una lectura inversa de ésta teoría nos llevaría a utilizar ciertas habilidades para estimular el desarrollo cognitivo y el paso de un estadio al siguiente, centrando la actividad en lo que el niño puede hacer, y no en lo que no puede hacer.

La segunda implicación piagetiana de gran repercusión hace referencia a cómo enseñar: la construcción de conocimiento requiere una actividad manipulativa y al mismo tiempo intelectual de los niños y niñas. El constructivismo justifica la inclusión en el currículo de una parte importante de contenidos de tipo procedimental que deben apoyar la actividad mental para que los aprendizajes sean significativos.

Aportaciones más recientes de la investigación en los ámbitos de la psicología y la didáctica de los últimos veinte años indican que los niños y niñas de primaria están más capacitados para el pensamiento científico de lo que se solía creer, y que su desarrollo está muy condicionado por las experiencias educativas en su infancia, tanto dentro como fuera de la escuela.

La presencia de la Química en el currículo de Educación primaria responde a estos preceptos teóricos, pero es mínima si no se hace el esfuerzo de rescatarla y aprovechar sus posibilidades como hilo conductor para el desarrollo de la competencia científica (y del resto de las competencias de manera interdisciplinar) y como motor para el desarrollo de las facultades cognitivas de los niños y niñas de primaria. El aprendizaje de las ciencias necesita de un modelo didáctico y un proyecto de escuela en el que se impliquen maestros y maestras con unas finalidades compartidas por todos ellos.

El Anexo II del RD 1513 publicado en el BOE 293 el 8/12/2006, establece la selección de los contenidos mínimos para la etapa, organizados por áreas y bloques de contenido. El área de Conocimiento del medio natural, social y cultural está organizado en los siguientes bloques de contenido:

Bloque 1, El entorno y su conservación.

Bloque 2, La diversidad de los seres vivos.

Bloque 3, La salud y el desarrollo personal.

Bloque 4, Personas, culturas y organización social.

Bloque 5, Cambios en el tiempo.

Bloque 6, Materia y energía.

Bloque 7, Objetos, máquinas y tecnología.

Los contenidos de los diferentes bloques se pueden analizar atendiendo a su potencial relación con tres ámbitos diferenciados en los que podemos estructurar el pensamiento químico infantil: materia, interacciones y cambio químico.

En todos los bloques aparecen contenidos de los que se puede extraer una mirada Química, una visión microscópica a partir de la cual desarrollar los métodos y actitudes científicas orientadas a la comprensión de conceptos y modelos teóricos propios de la ciencia y de la Química en concreto. En cualquier momento en el desarrollo de cualquier contenido del área pueden surgir preguntas productivas que puedan llevarnos a iniciar un proceso de investigación en el aula si fomentamos la inquietud científica y la mirada Química, que acostumbra a buscar el cómo y el por qué de las cosas.

Uno de los bloques de contenido donde se hace más explícita la presencia de la Química es en el **bloque 6, Materia y Energía**, que se dedica al estudio de las propiedades, características y comportamiento de la materia y energía, avanzando en complejidad desde el primer al tercer ciclo e introduciendo de manera gradual los contenidos más abstractos y los términos específicos. Las palabras “reacción Química” aparecen una única vez en el RD 1513, en los contenidos del tercer ciclo de éste bloque.

La propuesta del bloque 6 para el **primer ciclo** tiene una carga básicamente procedimental y actitudinal que se puede aprovechar para la iniciación a la indagación científica a través de materiales y hechos familiares para los niños. De éstos contenidos se pueden extraer las ideas iniciales de los alumnos sobre los materiales. Se ha de fomentar el hábito de formular preguntas y la circulación libre de ideas. El primer ciclo supone una transición desde la etapa infantil en la que ese hace necesario trabajar las áreas instrumentales y sentar una buena base para el resto de la etapa: hablar, escuchar,

leer y escribir. El enfoque químico del aprendizaje en este ciclo se centra las relaciones causales, la percepción del dinamismo y los procesos en el entorno, y en el desarrollo de la capacidad de categorización. El proceso de conocimiento y percepción ha de ir acompañado de una correcta estructuración de categorías conceptuales: cada concepto hereda los atributos de su categoría (si es pájaro, vuela, pone huevos...está vivo. El sol, la luz, las piedras... no están vivos).

Los contenidos más significativos desde el punto de vista de la Química escolar para el primer ciclo en éste bloque son:

1. La diversidad de materiales. Clasificación según criterios elementales: estado de agregación, textura, color, forma, plasticidad, etc.
2. Desarrollo de actitudes conscientes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales.
3. Reducción, reutilización y reciclaje de objetos y sustancias (p 43065 )

En el **segundo ciclo** se avanza en el análisis de los materiales desde el punto de vista de la composición, diferenciando sustancias en las mezclas. Se llama la atención hacia las transformaciones para comenzar a trabajar en el paso de la visión estática y macroscópica hacia una visión microscópica que les facilitará la comprensión de los cambios en la materia. Se introduce la energía como concepto vinculado a las transformaciones, pero sobre todo la energía a través de sus efectos y utilidades en la vida cotidiana. La diferenciación de cambios físicos y químicos es fundamental para avanzar en la comprensión de los procesos químicos. Se pretende también despertar en los alumnos la conciencia responsable ante el uso de la energía y la contaminación del medioambiente.

Los contenidos de éste ciclo aumentan las posibilidades de aparición de preguntas investigables y de sistematizar la observación y la constatación de hechos y evidencias de interés para descubrir la Química de la vida diaria. Se podrá utilizar la manipulación libre y la experimentación guiada para incentivar la creatividad en la predicción de resultados y consecuencias. Algunos de los contenidos relacionados con la Química de la propuesta curricular del bloque 6 para este ciclo son:



1. Comparación, clasificación y ordenación de diferentes objetos y materiales a partir de propiedades físicas observables (peso/masa, estado, volumen, color, textura, olor, atracción magnética) y posibilidades de uso.
2. Identificación de mezclas.
3. Energía y los cambios. Fuentes y usos de la energía. Observación de la intervención de la energía en los cambios de la vida cotidiana.
4. Valoración del uso responsable de las fuentes de energía en el planeta.
5. Responsabilidad individual en el ahorro energético.
6. Producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental.
7. Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante cambios energéticos, haciendo predicciones explicativas sobre resultados.
8. Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo (p. 43067)

El **tercer ciclo** será el mejor momento en el desarrollo de las habilidades científicas en el aula por la mayor autonomía de las alumnas y alumnos para hacer ciencia mientras aprenden ciencia. Van adquiriendo la capacidad de generalizar, relacionando hechos y evidencias con teorías. Podrán jugar con la Química haciendo diseños experimentales con control de variables. Los contenidos que se proponen estudian la interacción de materia y energía en fenómenos de diferentes ámbitos de la vida cotidiana. Se trabajará la habilidad para narrar los cambios químicos y las experiencias científicas y se introduce poco a poco un vocabulario específico siempre sobre conceptos comprendidos. La narración puede ser una vía de entrada para aprender a explicar científicamente, porque los niños y niñas se mueven bien en el ámbito de los relatos (Martí, 2012). Los contenidos de éste ciclo que afectan más explícitamente al desarrollo del pensamiento químico son:

1. Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades (dureza, solubilidad, estado de agregación, conductividad térmica).

2. Utilización de diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.
3. Fuentes de energía renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo. Responsabilidad individual en su consumo.
4. Diferentes formas de energía. Transformaciones simples de energía.
5. Separación de componentes de una mezcla mediante: destilación, filtración, evaporación o disolución.
6. Reacciones Químicas. Combustión, oxidación y fermentación.
7. El calor, percepción y observación sistemática de sus efectos: aumento de temperatura y dilatación. Cambios de estado y su reversibilidad.
8. Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad. Comunicación oral y escrita del proceso y del resultado.
9. Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo. (p. 43069)

La presencia de la Química en el resto de los **bloques de contenido** depende de la intención del maestro o maestra y de su habilidad para detectar las ideas y habilidades científicas de los niños y llevarlas hacia los modelos teóricos de la ciencia experta en un proceso lento pero continuo de evolución y construcción del pensamiento científico.

El acercamiento a la Química puede producirse desde otras disciplinas de las ciencias de la naturaleza: biología, geología, ecología, física... todas ellas recogidas en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural y repartidas en los contenidos de los diferentes bloques. Sirva como ejemplo la siguiente selección de contenidos por su potencial como punto de partida para la iniciación del desarrollo del pensamiento químico y las habilidades científicas:

**Bloque 1, el entorno y su conservación:**

- Observación, exploración e inicio de sencillos trabajos de algún ecosistema concreto, acuático o terrestre. (Primer ciclo)
- La atmósfera. Actuaciones para evitar su contaminación. (Segundo ciclo)
- Relaciones entre los elementos de los ecosistemas, factores de deterioro y regeneración (Segundo ciclo)
- Identificación y clasificación de rocas y minerales. (Tercer ciclo)
- El agua en la naturaleza, su contaminación y derroche. Actuaciones para su aprovechamiento. (Tercer ciclo)
- Los seres humanos como componentes del medio ambiente y su capacidad de actuar sobre la naturaleza. (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069).

En este bloque está uno de los contenidos que más juego da en primaria para llevar a cabo pequeños proyectos de investigación en el aula: el agua. Desde su composición, su comportamiento, su pureza, las mezclas, la contaminación, los grandes problemas ambientales... el agua puede ser uno de los grandes protagonistas de una propuesta curricular basada en el desarrollo del pensamiento científico y la mirada Química.

Igual que con el agua, se profundiza en la observación sistemática de otros elementos del entorno desde puntos de vista que aportan la visión Química al pensamiento infantil. Las características, situación, estructura, composición, propiedades e interacciones entre diferentes aspectos del medio serán trabajadas de manera gradual a lo largo de la etapa desde lo más cercano y concreto para avanzar en generalización y abstracción conceptual.

**Bloque 2, la diversidad de los seres vivos:**

- Observación de múltiples formas de vida. Identificación de diferencias entre seres vivos y objetos inertes. (Primer ciclo)
- Observación directa e indirecta de animales y plantas. Clasificación según elementos observables, identificación y denominación. (Primer ciclo)

- Asociación de rasgos físicos y pautas de comportamiento de plantas y animales con los entornos en los que viven (camuflaje, cambio de color, grosor del pelaje, etc.) (Primer ciclo)
- Comunicación oral de las experiencias realizadas, apoyándose en imágenes y breves textos escritos. (Primer ciclo)
- La nutrición, relación y reproducción de animales y plantas. Clasificación de animales y plantas en relación con las funciones vitales. (Segundo ciclo)
- La estructura y fisiología de las plantas. (Tercer ciclo)
- Observación y registro de algún proceso asociado a la vida de los seres vivos. Comunicación oral y escrita de resultados. (Tercer ciclo)
- Estructura básica de la célula. Uso de la lupa binocular y de otros medios tecnológicos para su reconocimiento. (Tercer ciclo)
- Aproximación a otras formas de vida: bacterias, virus, algas y hongos. (Tercer ciclo)
- Sensibilidad por la precisión y el rigor en la observación de animales y plantas y en la elaboración de los trabajos correspondientes. (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069)

Este bloque de contenidos es una de las mejores puertas de entrada al mundo de la Química. El mundo de los organismos vivos es un mundo de procesos biológicos que se encontrará con la Química en la búsqueda de respuestas. Con una observación a nivel macro descubrirán la diversidad, pero a nivel micro descubrirán los seres vivos en toda su complejidad, su composición, ¡la célula! El nivel celular ofrece muchas posibilidades de investigación en el aula. Muchos procesos biológicos o características fisiológicas pueden ser foco de atención y de iniciación de procesos de indagación científica. La escuela de primaria se caracteriza por no poseer muchos medios tecnológicos específicos, pero hay muchas posibilidades de hacer ciencia con pocos medios que entusiasmarán a los niños y niñas.

Es un bloque de contenidos bastante motivador para la mayoría de los niños y niñas que permite realizar experiencias fáciles y asequibles en la escuela, así como trabajar el respeto y el cuidado de todos los seres vivos.

**Bloque 3, la salud y el desarrollo personal:**

- La respiración como función vital. Ejercicios para su correcta realización. (Primer ciclo)
- Identificación y descripción de alimentos diarios necesarios. (Primer ciclo)
- Conocimiento de la morfología externa del propio cuerpo. Los cambios en las diferentes etapas de la vida. (Segundo ciclo)
- Los sentidos, descripción de su papel e importancia de su cuidado habitual. La relación con otros seres humanos y con el mundo. (Segundo ciclo)
- El funcionamiento del cuerpo humano. Anatomía y fisiología. Aparatos y sistemas. (Tercer ciclo)
- Desarrollo de estilos de vida saludables. Reflexión sobre el cuidado y mantenimiento de los diferentes órganos y aparatos (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069)

En este bloque de contenidos se trabaja con conceptos sobre los que todos los niños y niñas tienen ideas previas y modelos mentales construidos en base a sus percepciones, intuiciones y experiencias vitales. La capacidad de expresar éstos modelos mentales, explicarlos y crear representaciones (narradas, dibujos, maquetas, esquemas...) es fundamental para poder evolucionar hacia modelos más científicos. Las teorías intuitivas iniciales de los niños y niñas son a la vez una posibilidad y una limitación porque condicionan el proceso de aprendizaje. El maestro o maestra debe descubrir esas ideas intuitivas para poder avanzar hacia el conocimiento científico.

Muchos de los conceptos de biología en primaria son difíciles de comprender; no se llega a entender el funcionamiento del cuerpo humano si no se tiene una visión Química del organismo: el cuerpo humano es un laboratorio de ciencias con un montón de procesos que se deben investigar para comprender.

**Bloque 4, personas, culturas, organización social:**

- Iniciación a la recogida de datos e información del entorno social próximo y en la lectura de imágenes. (Primer ciclo)
- Bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas. Descripción del origen, transformación y comercialización de algún producto o servicio básico (Segundo ciclo)
- Recogida de información de distintas fuentes para analizar situaciones y problemas. (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069)

El método científico escolar se puede trabajar con éstos contenidos que si bien no tienen fácil relación con el cambio químico, permiten en cambio dar continuidad a un proyecto educativo basado en la indagación y la curiosidad. A partir de los hechos se pueden generar proyectos de investigación con todos sus ámbitos de trabajo: observación, constatación de hechos relevantes, preguntas, hipótesis, búsqueda, selección y organización de información, construcción de explicaciones... Una mente acostumbrada a la mirada Química y la perspectiva científica de las cosas puede no obstante encontrar relaciones de cambio e interacción Química donde otros no ven más que palabras y datos: de la población a las migraciones, de las migraciones a la alimentación, la agricultura, de ahí a los transgénicos... Debemos crear un clima en el que fluyan las ideas como motor que genera conocimiento.

**Bloque 5, cambios en el tiempo:**

- Algunos acontecimientos del pasado y del presente y su relación con aspectos históricos cercanos a su experiencia (Primer ciclo)
- Evolución en un tiempo largo de algún aspecto de la vida cotidiana; relación con algunos hechos históricos relevantes. (Segundo ciclo)
- Reconocimiento y valoración del significado de algunas huellas antiguas en el entorno (tradiciones, edificios, objetos). (Segundo ciclo)
- Factores explicativos de las acciones humanas, de los acontecimientos históricos y de los cambios sociales. (Tercer ciclo)

- Caracterización de algunas sociedades de épocas históricas: prehistórica, clásica, medieval, de los descubrimientos, del desarrollo industrial y del mundo en el siglo XX, a través del estudio de los modos de vida. (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069)

La historia se puede leer rescatando hechos relevantes que tuvieron como protagonistas los descubrimientos en el campo de la Química o los avances que de ellos se derivan y que han afectado a los modos de vida de las personas. Los científicos han generado grandes cambios en el tiempo.

Las huellas de los cambios químicos se encuentran a nuestro alrededor y sólo se necesita una mirada Química para descubrirlas.

### **Bloque 7, objetos, máquinas y tecnología:**

- Uso cuidadoso de materiales, sustancias y herramientas (Primer ciclo)
- Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas. (Segundo ciclo)
- Relación entre las propiedades de los materiales y su uso en aplicaciones concretas. (Tercer ciclo)
- Circuitos eléctricos sencillos. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes. (Tercer ciclo) (pp. 43064-43069)

El desarrollo del pensamiento químico ayudará a los alumnos y alumnas a comprender el funcionamiento de objetos y máquinas presentes en la vida cotidiana. El uso de unos materiales u otros dependerá de las características y propiedades de los mismos y condicionará la utilidad de las máquinas y los objetos. De las explicaciones más simples a veces nacen las tecnologías más complejas. En este bloque de contenidos se necesita una visión global de la presencia de la tecnología en la vida y un enfoque crítico para el uso consciente y responsable de la misma.

Izquierdo hace un llamamiento a los maestros y maestras de primaria para que conduzcan la mirada de los niños y niñas hacia Química de los hechos más cotidianos afirmando que

Un mismo hecho se puede mirar desde diferentes puntos de vista. Seguro que a un poeta las gotas de agua que se deslizan por la ventana le sugieren mil palabras y metáforas. En la escuela, tenemos que ofrecer a los niños y niñas esta diversidad de miradas para que ellos vayan forjando la suya propia. (2012)

## **LA QUÍMICA QUE DEBEN CONOCER LOS MAESTROS Y MAESTRAS DE PRIMARIA**

El conocimiento experto actúa de referencia para los maestros y de horizonte para los alumnos (MARTÍ, 2012) pero, ¿cuánto de ese conocimiento experto han de dominar los maestros y maestras de primaria?

Es obvio que cuanto más familiarizado esté el profesorado con los procesos químicos, afrontará la enseñanza de la Química con mayor seguridad, pero las carencias y limitaciones en conocimientos científicos no debe ser un obstáculo para involucrarse en un programa de enseñar Química, la “Química para todos”. El mero hecho de afrontarlo con entusiasmo será el motor de aprendizaje permanente en el que aprenden todos: maestros y alumnado. Como afirma Neus Sanmartí en Izquierdo (2012) “no hay alumnos entusiastas, con curiosidad, abiertos, críticos y cooperativos, si sus maestros no lo son” (p. 20)

Vivimos en la Sociedad de la Información, donde el acceso a cualquier dato es asequible sin esfuerzo. Los datos son significativos, pero el verdadero aprendizaje no consiste en acumular contenidos. La enseñanza de la Química debe estar orientada a asimilar y comprender los hechos, las posibilidades y consecuencias de la intervención sobre los fenómenos y al desarrollo del pensamiento teórico en torno a los mismos. No se habla de Química en primaria, sino de actividad química y de pensamiento químico.

Los conocimientos de los maestros deben cubrir tres campos: el de la didáctica (se desarrolla en un capítulo aparte), el de la historia de las ciencias y el de las teorías científicas.

La historia de la Química aporta un visión humana y humanista a la enseñanza; humana porque fueron personas creativas y curiosas, capaces de cuestionarse el funcionamiento del mundo a su alrededor, los que hicieron y hacen evolucionar el



conocimiento científico. A esto hay que añadir las implicaciones sociales de los descubrimientos, la perspectiva humanista; por ello el contexto de aprendizaje ha de tener siempre como baluarte los valores de los derechos humanos, de la ecología y la solidaridad. “La educación científica debe promover la toma de conciencia del vínculo entre la ciencia y los problemas sociales, de la relación entre las decisiones individuales cotidianas y sus consecuencias en la vida colectiva” (Pujol, R.M. 2003, p. 58)

En cuanto a las teorías científicas, las teorías Químicas se agrupan en modelos teóricos más amplios que permiten explicar determinados fenómenos en base a un compendio de experiencias, conceptos, analogías y definiciones. El modelo teórico elegido conduce la enseñanza en cada momento, aporta un marco de referencia que da coherencia y forma al conjunto de experiencias educativas.

En primaria se trabaja la Química dentro del Modelo Cambio Químico, buscando a lo largo de la etapa la comprensión de fenómenos diversos en función de su comportamiento cambiante para intervenir en ellos y poder controlar esos cambios.

Este modelo se compone de varias ideas clave o elementos constitutivos, que son: la materia, la energía y las interacciones, como precursores del cambio químico. “En todo sistema podemos reconocer unas partes materiales, que tienen unas propiedades; éstas partes interactúan, y los cambios que tienen lugar en ellas se relacionan con procesos de transferencia de energía” (Sanmartí, 2001, p 17). La ciencia experta nos llevaría hacia la teoría atómica, pero la presencia de los átomos en primaria no tiene sentido si no se ha intervenido antes en fenómenos en los que la explicación Química necesite de la presencia de semejante nivel de abstracción.

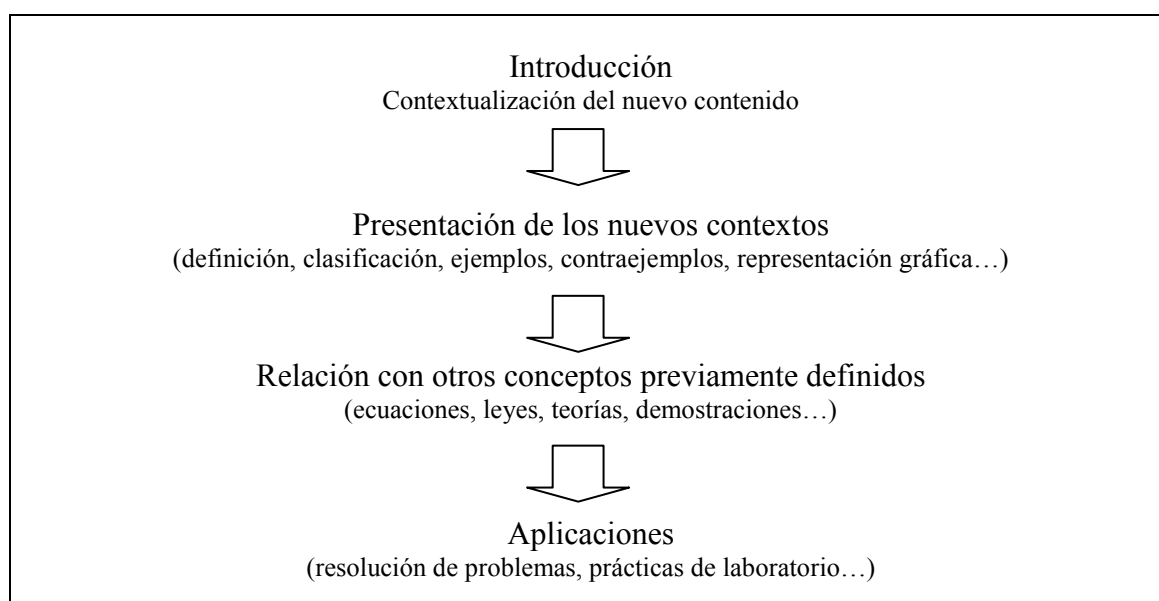
Los fenómenos susceptibles de intervención pueden venir del campo de cualquiera de las ciencias de la naturaleza. La Química está presente en fenómenos cotidianos que pertenecen a diversas disciplinas como la ecología, la salud, la biología, la geología, la física...el Modelo Cambio Químico acostumbrará al niño o niña a buscar el cambio químico en la diversidad de fenómenos a su alrededor, y maestros y maestras trabajarán de manera interdisciplinar para aprovechar al máximo las posibilidades de contextualización de los aprendizajes.

## EL MÉTODO CIENTÍFICO ESCOLAR. MODELOS DIDÁCTICOS

La didáctica de la Química en la escuela se debe acoger a un modelo de enseñanza bien definido para poder planificar con éxito la actividad en el aula. La enseñanza de las ciencias ha ido evolucionando desde el punto de vista metodológico adaptándose a las tendencias y aportaciones psicopedagógicas de cada momento. Las diferentes corrientes de pensamiento sociocultural y educativo a lo largo de la historia han ido definiendo y condicionando los objetivos y la finalidad de la enseñanza, quedando reflejadas en una forma determinada de acción educativa. En un análisis crítico de los modelos de enseñanza más relevantes de los últimos tiempos, podemos identificar cuatro modelos básicos que han evolucionado en un continuo gracias a los trabajos en investigación e innovación educativa.

El modelo didáctico tradicional de **Transmisión-Recepción** quedó obsoleto como modelo único de enseñanza, porque no garantiza un aprendizaje significativo; se centra más en la enseñanza que en el aprendizaje y no se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos. La exposición de contenidos con la participación de los alumnos, versión blanda de éste modelo, es útil, sin embargo, para clarificar contenidos complejos.

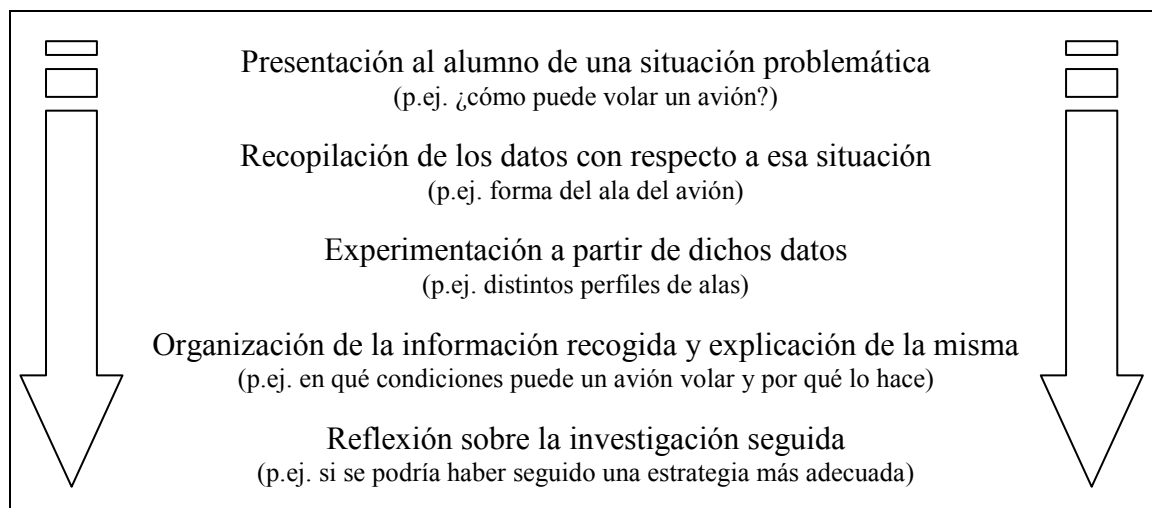
La secuencia de acción de éste modelo tiene una estructura básica que se resume en el siguiente esquema:



Cuadro 1.1: Prototipo de secuencia de enseñanza en el Modelo de Transmisión-Recepción (Garrido, Perales y Galdón, 2007, p.38)

Un modelo antagónico al anterior sería el **Modelo de Aprendizaje por Descubrimiento**, basado en los procesos (procedimientos de manipulación y experimentación), que resta protagonismo al profesor e incluso a los contenidos conceptuales considerando al alumno o alumna protagonista único en la construcción del conocimiento. El papel del maestro sería el de guía o inductor del aprendizaje en las versiones del modelo dirigida o semi-dirigida, pero se minimiza aun más en el modelo del descubrimiento autónomo.

El modelo de Aprendizaje por Descubrimiento sigue un esquema de acción educativa que se resume a modo de ejemplo en el cuadro 1.2.



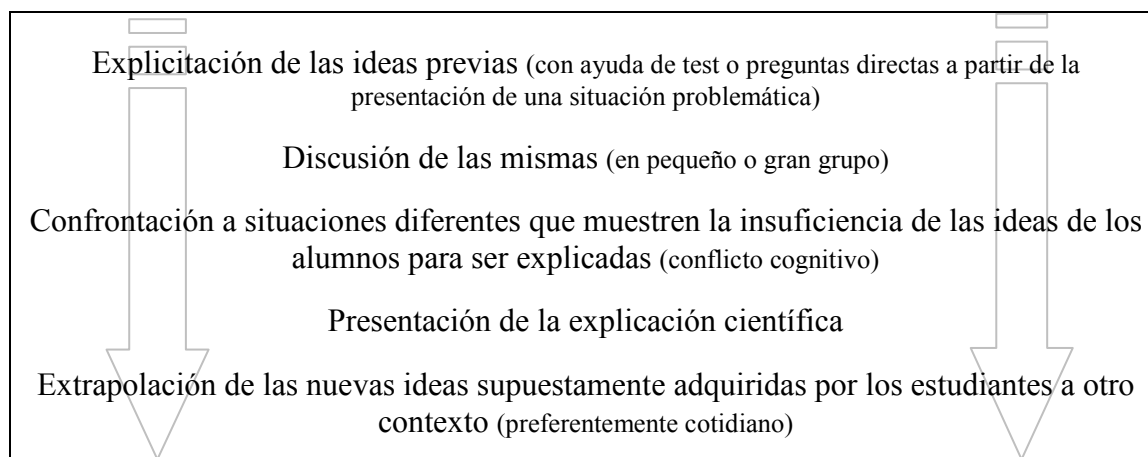
Cuadro 1.2: Prototipo de secuencia de enseñanza en el Modelo de Descubrimiento (Garrido et al, 2007, p.40)

Este modelo, que apareció como respuesta ante la necesidad de romper con un modelo excesivamente académico y dogmático, adolece en cambio de una falta de fundamento epistemológico y curricular, al despreciar la importancia del componente conceptual, del papel del maestro o maestra y la necesidad de la transmisión de conocimiento como recurso en determinadas fases del proceso.

Las aportaciones de la psicología cognitiva conducen al **Modelo Constructivista**, basado en el aprendizaje como evolución progresiva de las ideas previas (preconcepciones). El cambio conceptual se produce de forma gradual con la construcción de modelos progresivos que se acercan al modelo de la ciencia experta.

Este modelo introduce como novedad la importancia de la existencia de un conocimiento intuitivo infantil que se construye desde el nacimiento de los niños y

niñas y que evoluciona gracias a la percepción individual, la experiencia vital y la forma de razonar sobre los fenómenos. Un esquema básico de la forma de enseñanza-aprendizaje en éste Modelo sería la del cuadro 1.3.



Cuadro 1.3: Prototipo de secuencia de enseñanza en el Modelo Constructivista (Garrido et al, 2007, p.41)

Todos estos modelos expuestos tienen algo que aportar a la didáctica de la Química, y se diferencian unos de otros en el valor que dan al papel de maestros/alumnos y a la relevancia de los conceptos *vs* procedimientos. Las aportaciones de todos ellos, teniendo en cuenta también sus carencias se pueden sintetizar en un **MODELO DE INVESTIGACIÓN**, cuya puesta en práctica requiere la implicación de todo el profesorado de manera coordinada y de un proyecto escolar que lo contemple a la hora de organizar y planificar el desarrollo curricular. El lema de este modelo podría ser: *Aprender a investigar e investigar para aprender.*

La Química en el aula de primaria debe construirse sobre las experiencias directas de los alumnos y alumnas: el acercamiento a los fenómenos conocidos para desarrollar la capacidad de cuestionarse las cosas, tener inquietud y dudas. Debe construirse sobre las preguntas más que sobre las respuestas. Y deben ser los propios niños y niñas los que construyan las explicaciones con un lenguaje claro que irá ganando precisión según vayan apareciendo los términos científicos. Se recupera así el valor de la transmisión de

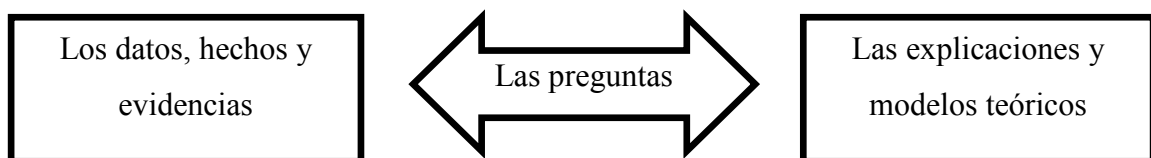
información de manera bidireccional maestros-alumnos, el diálogo y las explicaciones conceptuales, ya provengan de los maestros y maestras o de los propios niños y niñas.

Las ideas científicas de los niños y niñas irán evolucionando lenta y gradualmente al incorporar hechos, informaciones y experiencias a los sistemas conceptuales que ya tenían (ideas previas). Ésta evolución sólo se producirá de manera efectiva si se implican activamente en procesos propios de la actividad científica planificados estratégicamente para desarrollar sus capacidades cognitivas. Tanto procedimientos como conceptos tienen un papel relevante en éste modelo de enseñanza-aprendizaje.

Las situaciones de aprendizaje han de estimular tres procesos: hacer, pensar y comunicar; ó como sugiere Wagensberg (2007) estimular tres tipos de conversación:

- La conversación con la realidad, al percibir, observar y experimentar.
- La conversación con los demás, al argumentar, justificar, describir, interpretar.
- La conversación con uno mismo, a través de la reflexión personal.

El modelo científico escolar tiene según Martí (2012) tres ámbitos de actuación diferentes:



En ellos se recogen además otros dos procesos fundamentales que relacionan y conectan los tres: la comunicación y la evaluación, que han de estar presentes en todo momento. Estos ámbitos y procesos configuran un Modelo Didáctico de Investigación Escolar, basado en la acción de investigar para aprender.

El papel del maestro en este modelo didáctico es importante, pues debe prever una gestión del aula y sus recursos que favorezcan cada uno de estos ámbitos de actuación. Es interesante hacer una pequeña reflexión sobre cada uno de ellos.

## 1- LAS PREGUNTAS

Hacer buenas preguntas no es fácil, pero se puede aprender. Unas veces se planifican para comenzar o dirigir la actividad, pero las mejores surgen de manera espontánea según se van descubriendo las posibilidades de la actividad. En cualquier caso, la calidad de las preguntas que circulen en el aula determinará la calidad del aprendizaje que se consiga.

Además hay que saber conducir poco a poco la curiosidad de los alumnos y alumnas hacia aquellos elementos del modelo científico que se pretenden ayudar a construir.

Las buenas preguntas para el aprendizaje han de tener ciertas características:

### REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

Ser productivas y abiertas: invitan a responder desde el pensamiento creativo. A veces, no obstante, conviene plantar preguntas cerradas, remarcando una información importante

Estar centradas en la persona: invitan a exponer ideas propias “¿Cómo crees que...?”

Surgen en el momento adecuado, contextualizadas: ayudan a construir la respuesta teniendo en cuenta un determinado marco teórico. “¿sabiendo que... cómo explicarías que...?”

Son significativas para los alumnos y pueden responderlas, que no sean demasiado obvias ni demasiado complejas.

Están bien formuladas, que dejen claro lo que esperamos por respuesta: definir, comparar, interpretar...

*Cuadro 2. Características de las buenas preguntas científicas (Martí, 2012)*

Hay que estar especialmente atentos para detectar aquellas “preguntas investigables” que pueden generar nuevos procesos de investigación. El tipo de preguntas más normal en el aula es el de preguntas “cómo” y preguntas “por qué”, que

aluden a mecanismos causales, pero no son directamente investigables... pueden en cambio generar nuevas preguntas.

El ámbito de las preguntas no es independiente de los otros dos ámbitos considerados, porque de hecho las preguntas se pueden diseñar enfocadas a uno u otro:

PREGUNTAS DIRIGIDAS AL ÁMBITO DE LOS DATOS, HECHOS Y EVIDENCIAS	PREGUNTAS DIRIGIDAS AL ÁMBITO DE LAS EXPLICACIONES Y LOS MODELOS TEÓRICOS
¿En qué te basas para decir...? ¿Qué te he llevado a pensar que...? ¿Puedes encontrar una manera de...? ¿Has observado que...? ¿Es lo mismo...que...? ¿Cómo podrías comprobar que...?	¿Cómo explicarías que...? ¿Qué te parece que pasará cuando...? ¿Cómo podrías usar ésta idea para explicar...? ¿Qué te parece que produce...? ¿De qué depende que...? ¿A qué función puede servir...?

Cuadro 3: ejemplos de preguntas según los ámbitos de la actividad de investigación. (Martí 2012, p 52)

## 2- LOS DATOS, HECHOS Y EVIDENCIAS

Estos tres conceptos implican ya una acción progresiva y metodológicamente estructurada. Los datos son una información concreta que resulta de una observación o experimentación; los hechos son fruto del análisis de los datos, y las evidencias se extraen de la confrontación de los hechos con las teorías. En ésta progresión no se establece una correlación única, porque hay datos que se explican desde varias teorías y evidencias que se extraen desde diferentes tipos de datos.

En este ámbito de actuación hay que desarrollar en alumnos y alumnas la capacidad de observar y experimentar para la obtención de datos, de analizar y representar los datos y la habilidad para extraer conclusiones.

La observación de procesos químicos implica mirar con atención y con intención. La observación libre tendrá como objetivo generar preguntas. La observación guiada, comprobar hipótesis. No es simplemente un acto de percepción, sino una actividad mental más compleja en la que intervienen las ideas y expectativas de quien observa (Pujol, 2003). Por eso las interpretaciones de diferentes niños y niñas a partir de una observación no son las mismas, y la conversación que surge en éste proceso es especialmente relevante para detectar ideas preconcebidas.

Sobre la experimentación en el aula hay muchos estudios, proyectos y propuestas prácticas. Pero la experimentación en el aula ha de nacer de preguntas o hipótesis (mejor si son generadas por los alumnos y alumnas) y tener como objetivo generar datos; ha de estar por tanto planificada (incluso la manipulación libre) por los maestros y maestras dentro de un proyecto global de aprendizaje. La selección de experimentos adecuados para cada momento he de responder a criterios muy claros como los recogidos en el cuadro 4.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EXPERIMENTOS DE AULA	
Appleton, 2002	<p>Que enseñe lo que se quiere enseñar</p> <p>El conocimiento científico necesario es bien conocido por el maestro</p> <p>Implica activamente a los alumnos</p> <p>Lo encuentran divertido</p> <p>Comporta una gestión de aula manejable</p> <p>Tiene un resultado previsible y conocido por el maestro</p>
Martí, 2012	<p>Que sea significativo para el modelo teórico-científico que se desea explicar</p> <p>Que los datos y hechos que se obtengan puedan ser interpretados por los niños y niñas usando su conocimiento previo</p>

Cuadro 4. Criterios para la selección de experimentos de aula (Martí, 2012)

El proceso de generación de datos a través de la observación o la manipulación y experimentación se debe evaluar sistemáticamente para detectar errores o posibles



mejoras en la estrategia. Se debe también fomentar la reflexión metacognitiva para favorecer la interiorización del proceso más allá del aspecto lúdico y manipulativo.

Los niños y niña aprenderán a tomar notas representando los datos, utilizando códigos diversos: notas, dibujos, fotografías... para interpretar y extraer conclusiones.

Ésta fase de interpretación ha sido objeto de estudio de diversos investigadores (Zimmerman, 2007; Kuhn, Amsel y O'loughlin, 1988; Chinn y Brewer, 1998; citados en Martí, 2012) que señalan la dificultad inicial de los niños para relacionar evidencias con teorías cuando los datos contradicen sus ideas iniciales, utilizando recursos como rechazar, ignorar, reinterpretar o excluir los datos. Otra tendencia es la asumir como fracaso un experimento con un resultado negativo con respecto a la hipótesis de partida.

Señalan, no obstante, que los niños de primaria son perfectamente capaces de comprender y utilizar diseños experimentales con control de variables, y que se deben dar muchas oportunidades para practicarlo en la escuela.

### 3- LAS EXPLICACIONES Y LOS MODELOS TEÓRICOS

El aprendizaje no será significativo si no se llega a la construcción personal de las explicaciones a partir de los datos y experiencias. Los niños y niñas tienen sus propias teorías y usan conceptos científicos a veces con otros significados. Si éstas teorías no evolucionan hacia la ciencia experta, la adquisición de datos, hechos y evidencias no tiene sentido, sería un aprendizaje incompleto. Son dos procesos complementarios, pues las evidencias sugieren explicaciones, y éstas explican los datos obtenidos.

El ámbito de las preguntas también determina el curso del proceso de obtención de datos y explicaciones, pues el tipo de pregunta formulada infiere un tipo u otro de explicación: las preguntas “cómo” y las preguntas “por qué” establecen diferentes enfoques de explicación: procesual o causal respectivamente.

Hay muchas formas de ayudar a construir las explicaciones, y una de ellas puede ser la utilización de la narración como recurso; se trata de identificar los personajes que intervienen en la acción, contar lo que se sabe de ellos, lo que ha ocurrido y relacionarlo con las teorías que puedan justificar la acción.

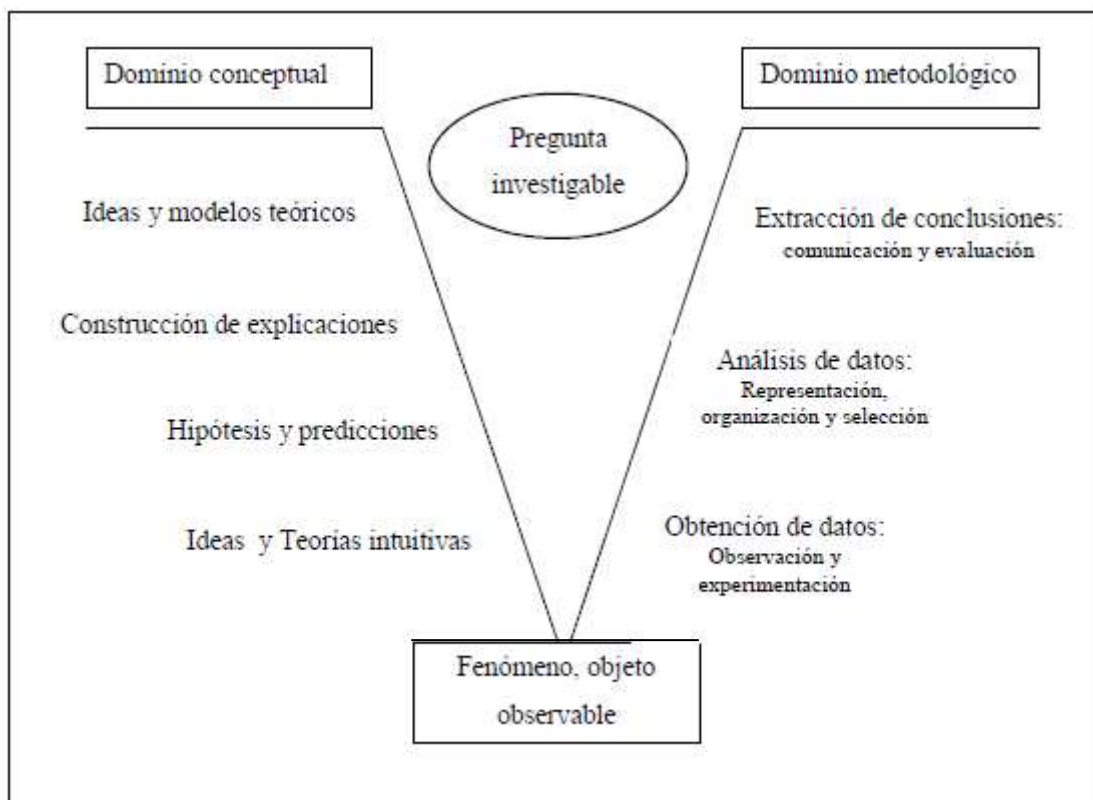
A veces ocurre que no se conoce a uno de los protagonistas (p.ej. las bacterias, las moléculas) o que asignan a un personaje atributos que no corresponden, como la materia que “desaparece” en un cambio químico. Situaciones así generan nuevos proyectos de investigación.

Otro recurso para ayudar a generar explicaciones es la construcción de modelos que representan de manera abstracta y simplificada un fenómeno: dibujos, esquemas, maquetas, narraciones, teatralización, dinámicas de juego... Los modelos científicos expertos tienen de hecho representaciones (modelos) que utilizan símbolos complejos y operaciones matemáticas, pero tienen la misma función: representar para poder explicar y predecir.

El proceso de construcción de conocimiento científico en los niños y niñas es un proceso lento y gradual en el que se parte de las ideas previas que se conducen hacia los modelos de ciencia experta, pasando por estadios temporales en los que van integrando las nuevas informaciones que van asimilando. Así se construye la historia científica de cada niño, que tiene cierto paralelismo o similitud con el de la evolución histórica de la ciencia experta, del conocimiento científico.

Es muy importante integrar las aportaciones de la investigación sobre didáctica de las ciencias por sus implicaciones en la práctica docente. Hay estudios que analizan y ayudan a identificar y comprender las teorías iniciales y las concepciones alternativas que los niños y niñas van construyendo sobre diferentes ámbitos de la Química: la materia, la energía, los seres vivos... Esto permite intervenir de manera más acertada en el aula teniendo en cuenta la evolución del razonamiento infantil desde las concepciones iniciales hacia las de la ciencia experta. Sirva como ejemplo el estudio sobre la forma de razonar sobre la materia que tienen los niños y niñas que adjuntamos en el ANEXO I. En cualquier caso, es importante la intervención de maestros y maestras en éste proceso, porque normalmente el cambio en la forma de razonar no se produce de manera espontánea. Muchos trabajos hechos con alumnos de secundaria y adultos muestran “la persistencia de ciertas formas intuitivas de razonamiento y de ciertas concepciones alternativas” como consecuencia de un aprendizaje mal gestionado. (Martí, 2012)

Como síntesis del MODELO DE INVESTIGACIÓN proponemos el esquema conceptual del cuadro 5, utilizando la V de Gowin que tiene además aplicación directa en cada uno de los proyectos que se desarrollen en el aula como “instrumento para ayudar a pensar sobre los fenómenos en el mundo, sobre el propio aprendizaje, sobre la estructura del conocimiento” (Izquierdo, 1994)



Cuadro 5: Prototipo de secuencia de enseñanza en el Modelo de Investigación (elaboración propia)

## CONCLUSIÓN

Hoy en día las condiciones de vida y el estado del planeta, del medio ambiente, mejorarían sustancialmente si el grueso de la población tuviera una mayor cultura y conocimiento científico. Una mirada Química hacia la realidad más cotidiana permitiría a los ciudadanos descubrir las consecuencias sociales y ambientales de cada uno de nuestros actos más insignificantes (y a la vez significativos). Nuestro entorno depende de la toma de decisiones de cada uno de los ciudadanos en la vida cotidiana; la educación química de todos los ciudadanos es fundamental para que puedan juzgar y tomar decisiones sobre los materiales y sustancias que quieren utilizar, el manejo de los

desechos que generan o las consecuencias de usar tal o cual producto. Éste tipo de actos determinan actitudes, y si son responsables y respetuosas con el medio más cercano, revertirán en mejoras para la calidad de vida de todos, de nuestros descendientes y del planeta en general.

Por otro lado es un hecho que la enseñanza en nuestro país está en crisis. Diferentes estudios y estadísticas sobre la enseñanza obligatoria demuestran que el nivel educativo de nuestros alumnos está por debajo de la media de los países que nos rodean. En una búsqueda de las causas y a la vez de posibles soluciones recalamos en la organización y la funcionalidad de la etapa previa, la educación primaria.

La educación científica y en concreto la educación Química es una de las más afectadas, como reflejan diversos informes o el número de alumnos que se matriculan en las facultades de Ciencias Químicas. Éste fracaso se gesta desde la educación en las edades más tempranas, y la solución por tanto se debe empezar a trabajar desde las primeras etapas educativas.

El desarrollo del pensamiento químico como proyecto educativo en primaria tiene sentido como aportación en la búsqueda de solución a los dos problemas sociales planteados. Esto supone un reto dadas las características generales del profesorado en las aulas de primaria y su dificultad para enfrentarse a la enseñanza de la química como hemos expuesto. Es un reto que desde el momento en que se reconoce abre una vía de acción y de investigación educativa.

La mejora en la capacitación científica del profesorado requiere un esfuerzo y una inversión a corto y a largo plazo. A corto plazo porque los estudiantes de Magisterio-Grado en Educación Primaria, así como el profesorado en activo deben preocuparse de su formación, continua y permanente, y de integrar proyectos de innovación e investigación educativa para mejorar su práctica docente; deben convertir las aulas en aulas científicas e introducir la investigación como método de enseñanza; y deben creer en un proyecto en el que el desarrollo cognitivo de los niños y niñas lleve paralelo el desarrollo del pensamiento químico y la competencia científica como herramientas para la comprensión del mundo y la convicción de que un mundo mejor es posible.

El reto a largo plazo supone que la inversión de tiempo y energía realizadas con el alumnado de primaria repercutirá en una mejor capacitación del alumnado en toda la educación obligatoria y post-obligatoria. La revalorización y el gusto por las disciplinas científicas puede tener consecuencias positivas en el mundo educativo si a la vez se revaloriza y promociona la profesión del profesorado entre los alumnos y alumnas preuniversitarios que cursan bachilleratos de ciencias.

La metodología en la enseñanza de las ciencias es un pilar básico para conseguir el éxito, así como la organización del aula, de la escuela, la colaboración de todo el personal docente y la comunidad educativa, todos ellos involucrados en un mismo Proyecto Educativo, con mirada Química, y visión de futuro.

## ANEXO I

Una de las líneas más interesantes de investigación educativa para la enseñanza de las ciencias se centra en la forma en que los niños y niñas construyen sus explicaciones y razonamientos evolucionando desde sus teorías intuitivas originales hacia las teorías más propias de la ciencia experta.

Para intervenir en la construcción del conocimiento infantil en el ámbito de las ciencias es fundamental ser capaz de identificar las preconcepciones o teorías iniciales a partir de las cuales los niños y niñas construyen otras teorías alternativas a medida que van integrando información nueva.

Un ejemplo lo constituyen las investigaciones de Vicente Talanquer sobre las concepciones de los niños y niñas relativas a la estructura y comportamiento de la materia (citado en Martí, 2012). Según él, el aprendizaje en torno a la estructura de la materia está condicionado por la forma de razonar de los niños sobre cinco conceptos iniciales relacionados con:

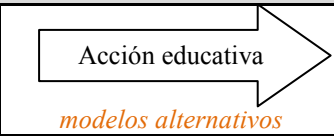
- **La categorización:** en una concepción inicial establecen categorías en función de la apariencia externa, vinculando las propiedades superficiales a las propiedades internas. Ésta categorización inicial ha de evolucionar hacia una categorización en función de la similitud estructural, a nivel de las

partículas que conforman la materia, que es la que determina las propiedades y el comportamiento de la materia

- **La estructura:** los niños y niñas parten de una idea inicial de “continuidad” de la materia, pero a medida que reciben información sobre la composición de la misma (partículas microscópicas) pasan a un modelo de “granularidad” en el que piensan que la materia está compuesta de gránulos o trozos de la misma sustancia, o bien una masa continua con trozos de otra sustancia (incrustaciones). Éste modelo inicial ha de evolucionar hacia el modelo de “corpuscularidad”: la materia está formada por partículas iguales en forma y tamaño (átomos y moléculas) que no se pueden dividir en partículas del mismo tipo
- **Las propiedades:** una idea característica es la “herencia” de las propiedades. Transfieren las propiedades de una sustancia (nivel macroscópico) a las partículas que la conforman (nivel microscópico): color, sabor, olor, textura... Otra es la “sustancialización”, por la que vinculan las propiedades a las sustancias (ej. “los líquidos llevan agua”). Éstos modelos iniciales han de evolucionar al modelo que denomina de “emergencia”, que explica el origen multicausal de las propiedades como un proceso emergente que depende del tipo de partículas, interacción y condiciones en que se encuentran las sustancias.
- **La dinámica:** parten de la idea inicial de que la materia es “estática”, no se mueve si no hay un agente externo que provoque el movimiento (“modelo dinámico extrínseco”). Les resulta más fácil entender el movimiento de las partículas en los fluidos que en los materiales sólidos. Ésta preconcepción evolucionará hacia el “modelo dinámico intrínseco”: las partículas de una sustancia se mueven continuamente en gases y líquidos, incluso en sólidos, que vibran sobre su posición.
- **Las interacciones:** al principio asumen que dos sustancias interaccionan si hay contacto físico entre ellas. Aprenderán que la interacción entre sustancias

y partículas depende de la distancia entre ellas, pero hay una fuerza o tendencia intrínseca a la interacción.

En el cuadro 6 se resume el proceso de progresión que deben hacer los niños y niñas en su razonamiento en el ámbito de la materia tal y como lo describe Talanquer. El conocimiento de estos procesos y estas ideas intuitivas permite a los maestros y maestras identificar las diferentes concepciones alternativas, el origen de las mismas y dirigir la acción hacia los modelos y teoría que correspondan para construir una buena base para el conocimiento químico.

NUEVA INFORMACIÓN-NUEVAS EXPERIENCIAS		
CONOCIMIENTO INTUITIVO		CONOCIMIENTO EXPERTO
<i>CATEGORIZACIÓN</i>		
Similitud Superficial		Similitud Estructural
<i>ESTRUCTURA</i>		
Continuidad	Granularidad/Incrustación	Corpuscularidad
<i>PROPIEDADES</i>		
Herencia/	Sustancialización	Emergencia
<i>DINÁMICA</i>		
Modelo Estático	Modelo Dinámico Extrínseco	Modelo Dinámico Intrínseco
<i>INTERACCIONES</i>		
Interacción por contacto		Interacción Intrínseca

Cuadro 6: Propuesta de progreso en la evolución del pensamiento infantil sobre la estructura de la materia (Talanquer, en Martí 2012, p 146 ligeramente modificado)

## REFERENCIAS

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA(COSCE) ,  
(2011) *Informe ENCIENDE*. Madrid: Autor

GARRIDO, JM., PERALES, FJ. Y GALDÓN, M. (2007) *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson Prentice-Hall.

IZQUIERDO, M. (COORD.) (2012) *Química en infantil y primaria*. Barcelona: Grao.

IZQUIERDO AYMERICH, M. (1994). *La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)*. Revista Alambique 1.

IZQUIERDO AYMERICH, M. (2004) *Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química Química: contextualizar y modelizar*. The Journal of the Argentine Chemical Society, 92 (4-6), pp.115-136. <http://www.scielo.org.ar> (consulta 1/08/2012)

LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN 2/2006. BOE 106 publicado el 4/05/2006

MARTÍ, J. (2012) *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Grao

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, PISA 2006. Informe Español*. <http://www.cnice.mec.es> (consulta: 15/08/2012)

PIAGET, J. (1999) *La psicología de la inteligencia*. Madrid: Crítica

PUJOL, RM. (2003) *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

RD 1513/2006 por el que se establecen las Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria. BOE 293 publicado el 8/12/2006

WAGENSBERG, J. (2007) *A más cómo, menos por qué*. Barcelona: Tusquets.

ZABALA, A. y ARNAU, L. (2007) *11 Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Grao.