

Los retos actuales de la educación científica

Josep Bonil, Genina Calafell

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals

Universitat Autònoma de Barcelona

Una mañana cualquiera en el tren, camino de la escuela. Leo el periódico con el objetivo de seleccionar alguna noticia que me permita introducir los materiales, el nuevo tema de ciencia en la clase de 5º curso de educación primaria. La primera tendencia es buscar la sección de ciencia pero poco a poco encuentro noticias significativas en otras secciones: Las cosas de la vida, Noticias locales, Política, Internacional e incluso Deportes. Veo como la reflexión alrededor de los materiales aparece tanto en la referencia al material que se utilizará para restaurar un edificio local como en la explicación de un conflicto bélico o la descripción del diseño de la nueva pelota que se utilizará en el Mundial de Fútbol de Alemania.

La reflexión se hace cada vez más cristalina: ya no me sirve pensar en que existen temas que son exclusivos de las ciencias experimentales. Cada vez más las ciencias me explican una fracción de un fenómeno del mundo pero: ¿Puedo entender el nuevo diseño de la pelota del mundial de fútbol sin considerar el deporte también como una actividad comercial? ¿Puedo separar la reflexión del material utilizado de la emoción que genera en el alumnado de Primaria jugar un partido con la nueva pelota?

Evidentemente la respuesta es negativa. Se hace claro que introducir las ciencias experimentales en el aula es aportar una forma de ver el mundo que convive con otras disciplinas como las ciencias sociales, el arte, las matemáticas, y todo ello sin renunciar a la dimensión emocional de los individuos....

El tren llega a la estación, bajo al andén y camino de la escuela veo claro que mi preocupación ya no es buscar la noticia que me permita introducir el tema de los materiales en el aula. El reto cambia, se trata de buscar la forma de como, puedo

vincular a la ciencia sin desconectarla del resto de asignaturas. Ahora ya está más claro, o menos. Comienzo a preguntarme: ¿Qué educación científica puede ayudar mi alumnado a entender las noticias del periódico?

2. Pensar en las ciencias experimentales en el actual contexto social

Decir que el mundo es dinámico y cambiante es una evidencia que se argumenta en la propia vida cotidiana. Rápidamente se nos pueden ocurrir algunos ejemplos sólo mirando un estante del supermercado. Ahora las grandes superficies nos ofrecen productos envasados cada vez más manipulados como sopas frías, ensaladas troceadas o platos precocinados. Dichos cambios han significado replantear las formas de planificar los procesos de enseñanza aprendizaje en la escuela. Por ejemplo se hace difícil el tratamiento de la dieta equilibrada en el aula sin incorporar los nuevos alimentos que nos ofrece el mercado, los cambios en las formas de organización familiar o la dimensión cultural que toma la dieta.

El cambio no es exclusivo de las formas de vida, también se refleja en las disciplinas de conocimiento. La forma de entender las ciencias experimentales y su rol social también ha presentado cambios determinantes en los últimos años. Si bien tradicionalmente se consideró la ciencia como una forma de conocimiento diferenciada de la acción, que se asoció a la técnica, en este momento ciencia y técnica se relacionan de forma estrecha. Tomando por ejemplo el caso de la agricultura podemos ver como en las nuevas formas de explotación agrícola se refleja el contacto entre el conocimiento científico derivado de la investigación en genética y la planificación de formas de distribuir la plantación y el tratamiento de los productos.

Dicha relación, cuando se lleva al aula de Primaria, nos sitúa delante de la necesidad de repensar la forma en que introducimos determinados contenidos en la clase de ciencias. Siguiendo con las referencias a la alimentación, nos plantea preguntas en referencia a cual es la forma de trabajar la agricultura en la

educación Primaria. Como introducir contextos donde la explotación intensiva basada en la manipulación genética de las semillas orienta la actividad agrícola. Pensar en como este modelo de actividad tienen consecuencias en la biodiversidad, en la forma de manipular el ciclo vital de las plantas, en la forma de diseñar los terrenos de siembra, el riego, y, como no, la diversidad y la temporalidad de los productos que podemos encontrar en el mercado.

Responder a las cuestiones anteriores desde la escuela comporta tomar como punto de partida una revisión sobre que entendemos hoy día por ciencia para después buscar la forma de reflejar dicho concepto en el currículum escolar. Para ello, a continuación nos planteamos presentar la ciencia contemporánea desde su doble dimensión de acción y forma de pensamiento y poner en evidencia algunas de las conexiones que se dan entre ciencia y actividad científica escolar.

2.1. La ciencia contemporánea: una forma de actuar

Hora del café, ¿se puede sobrevivir sin cafeína? Lo dudo. Un nuevo periódico y nuevas reflexiones. Está vez en la sección de opinión, escribe Eduard Punset, y a propósito de su último libro “El viaje a la felicidad” hace una referencia a la forma en que la ciencia ha transformado nuestras vidas. Habla de ciencia cognitiva, de robótica, de biotecnología. Algunas ideas no quedan suficientemente claras, otras son diáfanas y la mayoría se muestran sugerentes. Si hay una idea que queda fijada es la visión de la ciencia como forma de acción sobre el medio y entre sorbo y sorbo de cafeína se va descubriendo una ciencia que es dinámica, que es una forma de transformar el mundo y que no puede separarse de un fundamento ideológico. ¿Cómo reflejar esas características en la clase de ciencias de la tarde? Nuevas lecturas y nuevas preguntas.

La ciencia como actividad **dinámica** ha ido cambiando con el paso de los años. Han aparecido nuevas preguntas y se presenta nuevas explicaciones sobre fenómenos del mundo. Llevar esta evidencia al aula comporta entender que la

clase de ciencias no es una clase de verdades cerradas sino una manera de aproximar al alumnado ha **interpretaciones sobre los fenómenos del mundo**. Tratar por ejemplo, desde la clase de ciencias, la gestión de la energía que se realiza en nuestro municipio comporta aportar una visión histórica de la forma en que la humanidad ha obtenido energía. De cómo el conocimiento científico ha aumentado el bienestar de la población facilitando la gestión energética y a la vez ha conllevado desastres muy importantes. Con el objetivo de dotar al alumnado de herramientas conceptuales para entender el mundo y poder hacer frente a nuevas situaciones, nuevas preguntas y nuevas interpretaciones que apareceran en el futuro.

También es una forma de **transformar el mundo** no sólo es pensamiento sino también acción. Trasformar tanto desde aspectos cotidianos como las formas de comunicación como interviene en las grandes decisiones como la modificación del trazado de cursos fluviales. La clase de ciencias se convierte en una clase en que se vincula de forma significativa **la acción**. Donde existe una relación estrecha entre pensamiento y acción para definir estrategias de actuación. Donde no es suficiente conocer la diversidad de fuentes de energía y la utilización que hacemos de la energía. Tampoco resulta óptimo convertir la clase en un conjunto de orientaciones mas o menos dogmáticas de la forma en que debemos gestionar la energía. Se presenta la necesidad de hacer a partir de lo que se piensa ¿De donde viene la luz que ilumina la clase? ¿Cómo es posible que se encienda la luz cuando activamos el interruptor? Y a pensar sobre los resultados, descubriendo la relación entre producción y consumo, entre gestión personal de la energía y consecuencias globales en el medio.

Por último podemos considerar a la ciencia como una actividad **guiada por ideologías** donde cualquier acción tiene como trasfondo una forma de entender la sociedad y las personas. Las decisiones sobre la gestión de un espacio natural, sobre las características de una dieta óptima, sobre la generalización del uso de la telefonía móvil, comportan una forma de entender la relación entre los individuos y

el medio y entre los propios los individuos. La clase de ciencias se convierte por tanto en un espacio donde tienen gran relevancia **los valores**. Valores que van más allá de las formas de entender la clase como un colectivo de personas que se relacionan para vincular la dinámica de clase al contexto. Cuando desde la clase de ciencias tratamos la gestión de la energía y hacemos propuestas a nuestro Ayuntamiento, aprender ciencias se convierte en aprender a argumentar desde un marco de valores, significa aprender a entender la postura de las otras personas, a entender el conflicto como forma de aprendizaje y a respetar y a dialogar con la diversidad de formas de entender el fenómeno.

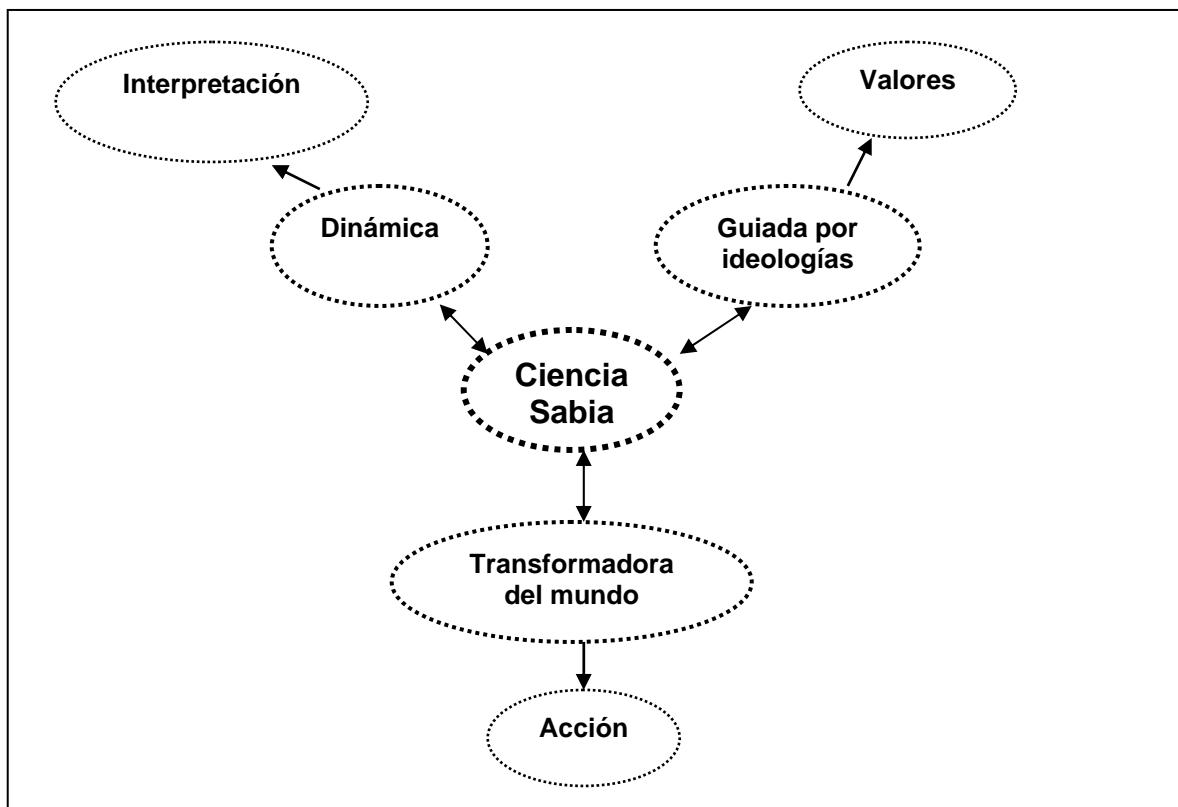


Fig 1. Entender la ciencia como una ciencia sabia

Cuando vinculamos la clase de ciencias a la forma en que la ciencia actual se ve a si misma deja de tener sentido el conocimiento enciclopédico. No sólo es importante saber, también se hace necesario saber para actuar en el medio, haciendo de la clase de ciencias una clase sabia, donde se capacita a los individuos para actuar en su medio. Cuando se hace este proceso la clase de ciencias se convierte en garantía de formación ciudadana.

2.2. La ciencia contemporánea: una forma de pensar

Camino a la biblioteca después de la jornada escolar. Devolver un par de libros y un CD y dar una vuelta por la zona de novedades. La idea que se ha generado en el viaje en tren continua dando vueltas por la cabeza *¿Qué educación científica puede ayudar mi alumnado a entender las noticias del periódico?* De pronto, una nueva fluctuación, un nuevo desequilibrio que lleva a replantear la pregunta inicial Un libro con un título provocador, “A más como menos por qué” de Jorge Wagensberg. Yo que me había pasado las clases de ciencias preguntando a mi alumnado el por qué de los fenómenos y casi asumiendo que la ciencia nos explica las causas de los efectos me encuentro con un sugerente y provocador **como**. Nada más leer la solapa del libro comienza a abrirse un nuevo horizonte. Nuevas formas de pensar en las que aparecen palabras como proceso, relación, calidad o patrón de organización. Todas ellas bajo el manto de la palabra complejidad. Busco en el diccionario etimológico: *complejidad: del latín complexus, tejido.* De pronto descubro que la ciencia no sólo nos presenta cambios en las formas de actuar sobre el mundo sino también en las de pensar el mundo.

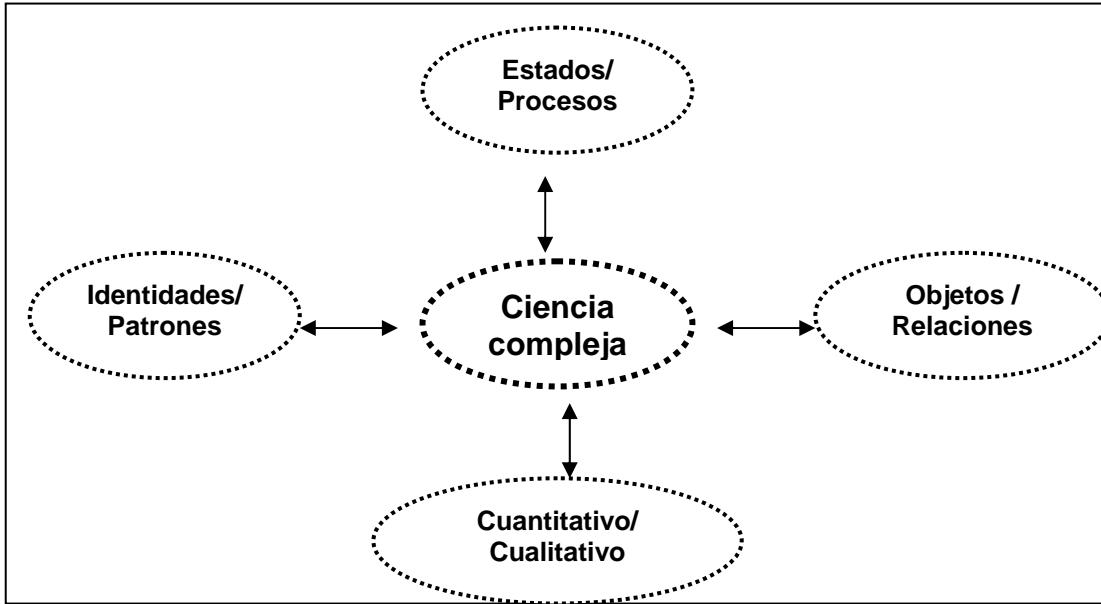
La ciencia tradicional centraba su atención en los estados: determinado un estado inicial la preocupación consistía en anticipar el estado final conocidas las condiciones que cambiaban en el medio. En la actualidad una de las principales preocupaciones de las ciencias es comprender **estados y procesos**. Asumir la relevancia de los procesos en la clase de ciencias comporta introducir el dinamismo. Ya no nos sirve únicamente saber que el pollito antes era huevo,

ahora se hace fundamental comprender que ha pasado dentro del huevo. Conocer que condiciones han posibilitado que se produzca un cambio y entender que no de todos los huevos salen pollitos, aunque compartan las mismas condiciones del medio. Si que son importantes los estados, antes era huevo y ahora pollito, pero los estados por si mismos no nos ayudan a comprender la reproducción como continuidad de la especie. Tomando un símil cinematográfico, la clase se convierte pues en un contexto donde se crean constantemente películas formadas por fotogramas. El paso de huevo a pollito se convierte en una película, un proceso, formado por fotogramas, un conjunto de estados. Entender pues el paso de huevo a pollito se convierte en construir una historia a partir de fijar estados controlando diariamente el huevo para, una vez enlazados los datos recogidos, se pueda reconstruir un proceso de cambio que se puede orientar en el tiempo.

Al tomar relevancia los procesos, de forma inmediata entran en juego las causas y efectos que los hacen posibles. De este modo la ciencia deja de preocuparse únicamente por las **entidades** para dar también relevancia a las **relaciones** que se establecen entre ellas. Llevar esta reflexión al aula comporta ver el proceso de formación de un pollito en la incubadora como el resultado de la relación entre objeto y medio. Descubrir como no de todos los huevos puede desarrollarse un pollito y enfatizar la atención en el huevo como objeto de estudio. A la vez, estimular al alumnado a entender que no todos los medios pueden favorecer que el huevo se convierta en pollito y por lo tanto dar relevancia a la incubadora como medio. A partir de aquí, definir la forma en que se concreta la relación individuo medio, en este caso la temperatura y la humedad y como el alumnado participa: controlando la temperatura y humedad de la incubadora, manipulando los huevos, registrando datos... Y observando como el cambio de uno de los parámetros tiene consecuencias en la totalidad del proceso. El estudio del paso de huevo a pollito se convierte en la elaboración de una red de relaciones entre el huevo y el medio. Dicha red permite comprender algunos de los mecanismos que explican la reproducción y como los cambios de cualquier fluctuación llevar a resultados imprevistos.

Cuando los objetos se convierten en redes de relaciones dinámicas la ciencia incorpora a su tradicional perspectiva **cuantitativa** la dimensión **cualitativa**. La información mesurable, objetivable continua siendo relevante pero no es suficiente para explicar los fenómenos, también necesitamos la dimensión cualitativa. Introducir la perspectiva cualitativa en la clase de ciencias comporta asumir que ya no es suficiente saber que el pollito tiene pico, plumas y dos patas. Significa considerar que al pollito como una historia. Donde, una vez ha nacido, es relevante el cambio de hábitat a medida que el pollito crece. Donde el alumnado puede describir como el pollito cambia las formas de alimentarse y aquello que es capaz de hacer. Significa por lo tanto introducir una perspectiva cualitativa en el estudio del fenómeno. Dicha perspectiva no es incompatible con la información cuantitativa, podemos pesar al pollito y controlar la variación de masa en el tiempo, o la cantidad de agua que bebe... Del diálogo entre las perspectivas cuantitativa y cualitativa se enriquece el estudio del pollito dándole mayor rigor.

Entender los fenómenos como procesos comporta asignarles una **identidad** que permite categorizarlos. A la vez plantea la necesidad de elaborar dicha identidad a partir de un **patrón de organización** que no es más que un conjunto de regularidades que se dan en el fenómeno de estudio y permiten afirmar que es aquello que decimos que es. Pensar en la clase de ciencias desde la perspectiva de patrones de organización comporta dar relevancia a las regularidades. Estudiar el paso de huevo a pollito desde la perspectiva de patrones presenta la necesidad de identificar que tipos de huevos permiten el desarrollo de un pollito y cuales no, que condiciones del medio favorecen el proceso y cuales lo hacen inviable, que acciones del alumnado ayudan a que se realicé el proceso con éxito y cuales lo imposibilitan. Todo ello a partir de la recogida continua de datos y su análisis. De forma que a partir de la reflexión sobre los datos recogidos y las acciones llevadas a cabo se puedan identificar un conjunto de regularidades que permitan al alumnado ordenar una fracción del mundo, en este caso el paso de huevo a pollito, como la función de reproducción de un ser vivo, en concreto de un ave.



Introducir los fenómenos en el aula desde la perspectiva anterior tiene como finalidad última favorecer el acercamiento entre el pensamiento del alumnado y el pensamiento científico. Poner en contacto las explicaciones del mundo que hacen los niños y niñas en el aula con las herramientas de pensamiento que utiliza la ciencia. Una ciencia que durante el siglo XX ha hecho suyo el concepto de complejidad para calificar su nueva manera de aproximarse al mundo. Se convierte así el proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia en un proceso creativo, en el que los fenómenos del mundo toman un nuevo sentido a partir de diseñar contextos de aula abiertos a la elaboración de modelos explicativos y a su contratación con la propia ciencia.

3. Repensar el currículum de ciencias

Miércoles, día de Claustro, la tarde se hará larga e intensa. El orden del día, como siempre, denso. Preparar algunas actividades del ciclo festivo del trimestre, las

reuniones con las familias de final de curso, la documentación que pide la administración y ¿Qué ven mis ojos? Al final una nueva propuesta: Un curso de actualización de conocimiento del medio para el próximo curso, ¿será mi día de suerte? La pregunta del otro día en el tren toma de nuevo relevancia y en este caso en la dimensión curricular ¿una nueva manera de entender la ciencia nos lleva a replantear el currículum de conocimiento del medio natural? si es así ¿Qué tipos de cambios implican? ¿en qué ámbitos? ¿cómo llevarlos a cabo? Como siempre múltiple preguntas y pocas respuestas y sobre todo incertidumbre.

Los cambios que se están dando en las ciencias experimentales reflejan la necesidad de cambios en el currículum de conocimiento del medio de Educación Primaria. La forma en que se manifiestan dichos cambio pueden abordarse desde diversidad de perspectivas. Parece óptimo preguntarse ¿Qué aprender? Y ¿cómo aprender? La primera pregunta comporta replantearse la forma de abordar los fenómenos en la clase de ciencias, la segunda es una puerta abierta a reflexionar sobre la planificación de los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales.

3.1. Repensar que enseñar en la clase de ciencias.

Tradicionalmente el currículum de conocimiento del medio natural se ha organizado tomando como eje **temáticas** concretas que se han considerado propias de las ciencias experimentales. Temas tales como los seres vivos, los materiales, el cuerpo humano han sido núcleos organizadores del currículum. Incorporar los cambios de la ciencia contemporánea al currículum plantea la necesidad de tomar como punto de referencia de la organización del currículum los **fenómenos**. Entender que el aula como contexto educativo favorecedor el abordaje de multitud de fenómenos desde la óptica de la ciencia sin perder de vista otras aproximaciones disciplinares. Tomando como ejemplo el olivar, tratarlo desde la perspectiva de fenómeno comporta asumir como el olivar es una oportunidad para poner en contacto los modelos de producción agrícola, con la

configuración del paisaje mediterráneo, el olivo entendido como un ser vivo, en concreto un vegetal, con los canales de distribución y consumo de la oliva y el aceite, introducir la dieta mediterránea y la relevancia que en ella tiene el aceite de oliva... Orientar el currículum a partir de fenómenos nos permite descubrir relaciones entre enfoques que ayudan a hacer significativo aquello que se trabaja en el aula y a la vez a vincular claramente el currículum a la comprensión del medio.

Cuando el currículum se organiza asumiendo que los fenómenos son una oportunidad para relacionar enfoques se hace relevante reflexionar sobre el papel que toman las **disciplinas** y la forma de articular su relación. Parece pertinente entender que los fenómenos que se seleccionan en el aula pueden favorecer **el diálogo disciplinar**. El olivar puede ser la oportunidad de relacionar contenidos propios de las ciencias naturales con contenidos de las ciencias sociales, de la literatura, del arte... Comprender realmente que es y que significado tiene un olivar va más allá de verlo como un ecosistema o como un modelo de producción agrícola. A la vez, no se puede entender el olivar sin considerar los dos enfoques anteriores. Trabajar el fenómeno desde el **diálogo disciplinar**, comporta tomar como punto de partida una situación problema, que comporte la toma de decisiones sobre un conflicto. Por ejemplo, se puede tomar como punto de partida una noticia de prensa sobre la disminución de hectáreas de olivar en el territorio donde se ubica la escuela. A partir de la noticia se puede plantear desde la clase que creemos que se debe hacer ante dicha disminución. El espacio de diálogo disciplinar ya está creado, tenemos un problema y necesitamos enfoques para abordarlo. El olivar toma relevancia como un fenómeno próximo y nos invita a intervenir, ahora nuestro reto es aprender, para poder elaborar una respuesta justificada.

Elaborar y justificar las propias opciones delante de un fenómeno plantea la necesidad de recurrir al conocimiento disciplinar desde una perspectiva abierta. Significa entender que las disciplinas de conocimiento son parte de la cultura y

que son un soporte fundamental para entender los fenómenos del mundo. Ir a las disciplinas a aprender no significa únicamente buscar **información** más o menos significativa. Implica diseñar una actividad de aula en la que se establecen puentes entre fenómeno y disciplina para hacer significativa la información. Las **preguntas** pueden constituir dicho puente ya que nos permiten discernir un ámbito del fenómeno de su totalidad, para abrir una puerta a una nueva forma de entender el fenómeno. Cuando nos preguntamos ¿Como las condiciones ambientales favorecen el crecimiento del olivo? O ¿Dónde está el aceite en el interior de la oliva? Estamos estableciendo un puente entre el fenómeno y las ciencias experimentales. Si la pregunta es ¿Siempre se ha obtenido aceite de la misma forma? O bien ¿De cuantas formas diferentes puedo encontrar aceite en el mercado? El puente se establece con las ciencias sociales. También podemos preguntar en clase ¿Con que aceite está más buena la ensalada? O bien ¿A que huele un campo de olivos? Dejando una puerta abierta al campo emocional.

La respuesta a cada pregunta nos aporta información pertinente y significativa que, cuando dialoga entre ella favorece la construcción de una visión más compleja del fenómeno objetote estudio.

Cuando la pregunta establece el puente entre el fenómeno y la disciplina de forma inmediata toma relevancia **el modelo conceptual**. Tal como se ha señalado la ciencia contemporánea organiza el mundo a partir de patrones de organización que cuando se tratan desde el aula se denominan modelos conceptuales. El contexto de aula se convierte en un espacio donde ya no sólo es relevante presentar **entidades**, se hace fundamental diseñar actividades para conocer cual es la forma en que el alumnado categoriza el fenómeno que estamos tratando y como lo hace la ciencia. Cuando fijamos al atención en la forma en que el alumnado da sentido al fenómeno que hemos presentado estamos ante el **modelo mental**, cuando dicho fenómeno se explica desde la forma en que le da sentido una disciplina, en nuestro caso las ciencias experimentales, nos encontramos ante el **modelo conceptual**. Si bien el modelo mental es propio de cada alumno o

alumna y se explica por su historia vital, el modelo conceptual es de la ciencia y es una categorización sólida, contrastada y aceptada por la comunidad científica.

Pensando en el olivar y tomando como punto de referencia la pregunta *¿Dónde está el aceite en el interior de la oliva?* La respuesta que nos da el alumnado es su modelo mental. Es la forma en que comprenden el fenómeno que se presenta en el aula. El modelo conceptual es el de la ciencia y en él se hacen relevantes contenidos como:

- La existencia de diferentes partes de la planta (estructura)
- La circulación de substancias por la planta (flujos de materia)
- El crecimiento de la planta (función de reproducción)
- Los cambios en la planta derivados del paso del tiempo (dinamismo)
- Las transformaciones que se dan en el interior de la planta (regulación)
- La constante relación de la planta con el medio (interacción)
- La evidencia que no todos los olivos son iguales ni todas las olivas proporcionan la misma cantidad de aceite (diversidad)

Cuando en la clase de ciencias se ponen en contacto el modelo mental del alumnado con el modelo conceptual de la ciencia, favoreciendo su acercamiento es cuando hacemos referencia a los procesos de modelización. Es cuando el aprendizaje científico pasa de ser una ordenación del mundo en entidades dadas por el equipo docente para convertirse en un ejercicio que tienen como objetivo último dotar al alumnado de herramientas. Dotarlo de los fundamentos sobre los que se edifican los modelos conceptuales de la ciencia, en nuestro ejemplo el modelo es vivo, para que sea capaz de utilizarlos con la finalidad de ordenar y dar sentido al mundo.

Cuando desde el aula nos acercamos a los fenómenos asumiendo que cambian en el tiempo la relevancia que toman las **estructuras** necesita verse complementada por la consideración de los procesos **organizadores**. El olivo continúa siendo el mismo todo el año, pero a la vez ha cambiado. En el mes de

enero no tenía olivas, a partir de la primavera comenzaron a salir unas pequeñas formas que poco a poco se fueron convirtiendo en olivas, por fin, en octubre las olivas estaban maduras y las pudimos recoger. Entender el olivo como ser vivo no puede perder de vista que tiene una estructura (raíces, tronco, hojas, frutos...) pero por esas estructuras hay circulación de substancias, ocurren procesos de transformación y como resultado se dan cambios que se pueden detectar desde el aula. Comprender los seres vivos se convierte en un ejercicio en que dialogan **la estabilidad y el cambio**. La estabilidad que nos permite identificar aquel olivo que estamos estudiando. El cambio nos permite descubrir procesos dinámicos que garantizan su continuidad. El diálogo entre estabilidad y cambio nos permite afirmar que es un ser vivo.

Uno de los pasos fundamentales que se plantean los equipos docentes en el momento de diseñar Unidades didácticas es la formulación de **objetivos**. En dicha formulación explicitan las intenciones de la propuesta didáctica adquiriendo un compromiso con el contexto y orientando la acción didáctica. Cuando nos planteamos la educación científica entendida como actividad la formulación de objetivos se muestra insuficiente para orientar la actividad de aula y toman relevancia las **competencias**. La definición de competencia ha dado lugar a una gran diversidad de literatura en el campo educativo que no está exenta de polémica. En el contexto que se ubica el presente texto podemos definir la competencia como una fórmula textual en que se vincula la reflexión cognitiva y la acción sobre el medio como forma de orientar la actividad docente. Cuando hacemos referencia a competencias no nos sirven la dimensión cognitiva o la acción por si mismas sino que necesitamos vincularlas para que tomen sentido.

Volviendo al olivar una competencia a trabajar con el alumnado de primaria podría ser: *Identificar las partes más significativas que presenta el olivo como planta para ser capaces de explicarlas a los compañeros de otros cursos*. En el enunciado de la competencia aparecen de forma clara dos aspectos. Uno cognitivo, la identificación, y otro vinculado a la acción, comunicar a otros. En este caso la

competencia presenta una dimensión cognitiva y otra comunicativa que facilita la relación entre pensar y actuar desde una perspectiva que, cuando es cooperativa, no puede obviar la comunicación. Qué o cómo??

En toda la propuesta que presentamos el papel del alumnado es absolutamente activo. Presentar una ciencia que estimula a descubrir el mundo, a darle sentido y que se muestra abierta comporta situar al alumnado como agente activo del proceso de enseñanza aprendizaje. Cuando el alumnado toma este rol es fundamental la consideración de las **emociones**. Si bien la ciencia, de forma tradicional, se ha asociado a un pensamiento muy ligado a la **razón**, en este momento los equipos educativos han asumido que la emoción es un motor fundamental para impulsar el aprendizaje. Más que nunca, se hace relevante diseñar una clase de ciencias en que dialogan la razón y la emoción. La razón para descubrir la rigurosidad del conocimiento, la necesidad de conocer para aprender, la utilidad de hacer preguntas adecuadas y buscar respuestas en fuentes de información óptimas. Pero a la vez la emoción de definir una buena pregunta, de realizar un descubrimiento, de compartir con el grupo el reto de solucionar un nuevo problema. También la emoción personal que conlleva acercarse a un fenómeno, de buscar lenguajes de comunicación próximos al arte, de descubrir en el movimiento de la danza, el color de la pintura o las palabras de la poesía como conecta el fenómeno con las emociones individuales y colectivas.

Desde la razón, el olivo es un ser vivo, ya hemos hecho referencia a ello. Desde la emoción es una canción sobre los aceituneros de Jaen que conecta con la idea de esfuerzo, es una poesía de Machado en que el mar se descubre dentro del olivar, es un lienzo en que la perspectiva nos descubre la relación entre globalidad y detalle, es una danza en que las varas hacen caer el fruto con inusitada armonía... Aprender ciencias puede ser una emoción que no está en contradicción con la razón. En primer lugar puede ser una manera de vibrar descubriendo el mundo, de dar un carácter personal al aprendizaje. Pero También, desde la clase de ciencias se pueden buscar formas de representar las emociones en los lenguajes de otras

disciplinas. En ambos casos posibilitando el diálogo entre la emoción y la razón como dimensiones que conviven en las personas.

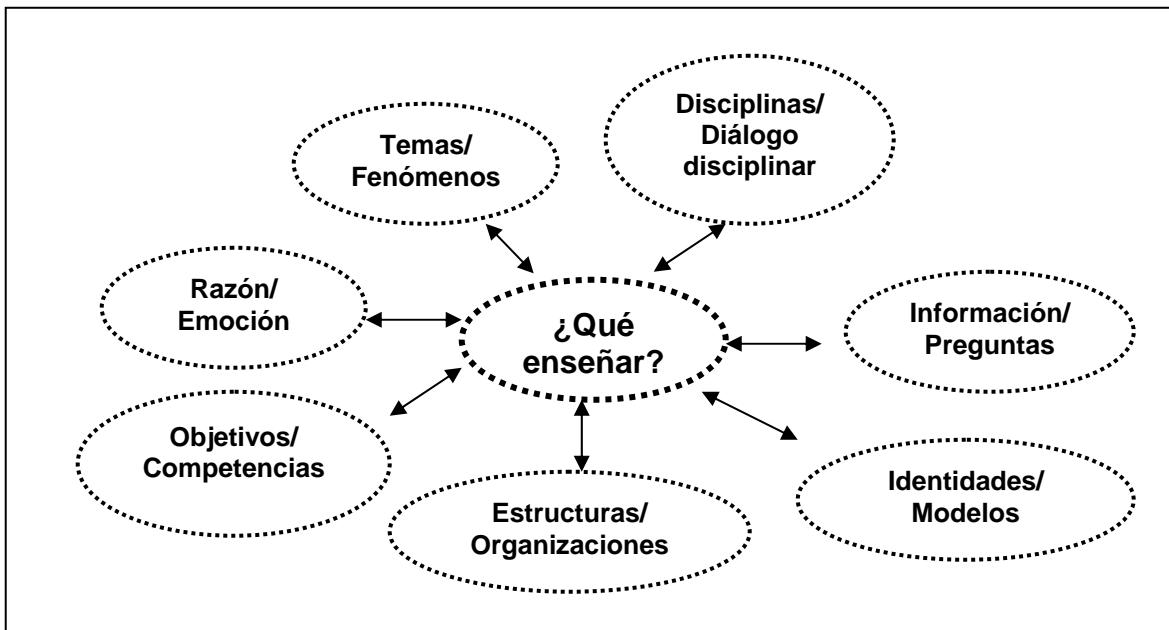


Fig. 3: Cambios curriculares en referencia a ¿Qué enseñar?

La ciencia actual nos presenta el desafío de repensar que enseñamos en las aulas. Nos invita a visitarla para darnos pistas sobre sus nuevos intereses, sus nuevas formas de ver el mundo, en definitiva descubrir la graduación de sus gafas para revisar el enfoque de nuestros lentes. Responder a ¿qué enseñar? es responder sobre todo a que características del mundo pone de relevancia la ciencia actual cuando se aproxima a los fenómenos y como podemos hacer llegar dichas características al alumnado.

3.2. Repensar como enseñar en la clase de ciencias.

La ciencia no renuncia a su potencial para actuar sobre el medio y a la vez entiende a los individuos como constructores del mundo y por lo tanto agentes activos. Es una ciencia que basa su aprendizaje en un posicionamiento activo del

alumnado, en la capacidad de ver en las preguntas oportunidades de aprendizaje que se van construyendo en la vivencia cotidiana.

Una clase de ciencias en la que entendemos al alumnado como agente activo del proceso de enseñanza aprendizaje no puede ser una clase que se fundamente en la **transmisión** de conocimiento por parte del docente. Si bien deba haber un espacio para el traspaso de información, se hace fundamental el diseño de contextos de aprendizaje que favorezcan procesos **socioconstructivistas**. Donde la comunicación sea un fundamento de la dinámica de aula y en los que el alumnado tenga la oportunidad de poner en contacto sus propios modelos con los del resto de la clase para generar nuevos, y pueda contrastarlos con los modelos conceptuales de la ciencia. Este planteo implica que cuando trabajamos en el aula los materiales podemos asumir que la totalidad del alumnado tiene experiencias al respecto (a utilizado diversidad de materiales, ha tenido experiencias sobre roturas, materiales que no pierden la forma o que permiten realizar formas muy diversas...) El punto de partida fundamental es buscar oportunidades para expresar la diversidad de ideas al respecto del uso de materiales y construir ideas compartidas. Pero con ello no es suficiente, hemos de ir a la ciencia y ver como aparecen palabras como elasticidad, fragilidad o plasticidad que permiten dar nombre a nuestras experiencias. La comunicación de experiencias y el uso del lenguaje para intercambiar puntos de vista se convierten en herramientas de aprendizaje fundamentales.

Un contexto basado en la comunicación necesita de modelos de gestión de aula **horizontales**. Modelos de gestión en que cada agente es consciente de su responsabilidad en el contexto de clase que en ciertos momentos hace evidente la **verticalidad** de la relación. Contextos educativos donde cada alumno puede aportar aquel material que le resulta sorprendente, aquel material con el que juega en casa, el que le consuela a la noche en el momento de ir a dormir o el que le facilita saciar la sed nocturna. Para seguidamente guiar el discurso del alumnado

hacia los modelos científicos, en este caso los materiales y sus propiedades facilitando el proceso de modelización del alumnado.

Es una actividad científica escolar en que toma relevancia tanto la dimensión **individual** como la **cooperativa**. Donde el aprendizaje se genera tanto en gran grupo como en pequeño grupo o de forma individual. Una clase de ciencias en la que, cuando se trabajan los materiales, se planifican búsquedas bibliográficas por temáticas que se asignan a los diferentes grupos, donde cada grupo puede elaborar mapas conceptuales ordenando los contenidos trabajados y seguidamente se pueden comentar entre todo el grupo clase, y finalmente de forma colectiva, se pueden elaborar recomendaciones para utilizar el material escolar de una forma sostenible. Es un contexto de aula donde el aprendizaje tiene una dimensión cooperativa tanto en el proceso de hacer evolucionar el propio modelo mental de materil como en la forma de vivir la democracia como una actitud que capacita a los individuos para actuar de forma abierta en su contexto inmediato.

¿Y cual es el rol que toma la evaluación en este proceso? Ya no puede ser únicamente **acreditativa**. La acreditación continua siendo una responsabilidad fundamental de los equipos docentes, pero una actividad científica escolar que tiene al alumnado como protagonista necesita un modelo de evaluación que le ayude a orientar su acción. La evaluación toma una dimensión **reguladora** que está presente en todo el proceso de enseñanza aprendizaje. Ya no sólo es importante lo que hacemos y lo que aprendemos, se hace fundamental reflexionar sobre como la hacemos y como lo podemos cambiar. Ya no es suficiente elaborar un mapa conceptual sobre los materiales, también es importante conocer como nos hemos organizado para hacerlo, si hemos utilizado una manera óptima de organizarnos, si había otras formas de realizar el trabajo. También se hace fundamental la reflexión sobre los contenidos, ¿Hemos reflejado en nuestro mapa todo lo que se ha trabajado en clase? ¿Hemos establecido las relaciones de forma correcta? ¿Podemos mejorar nuestra producción? Y también toma una dimensión

colectiva ¿Qué piensa el resto de la clase? ¿Qué pensamos de lo que nos propone el resto de grupos?

La evaluación está presente en todo el proceso de enseñanza aprendizaje. Del mismo modo que en “la ciencia de la comunidad científica” la evaluación orienta la acción, ayuda a definir los posibles cambios y impulsa el proceso de aprendizaje no desde la sanción sino desde la aportación de reflexiones que ayudan a aprender y a pensar sobre el propio proceso de aprendizaje.

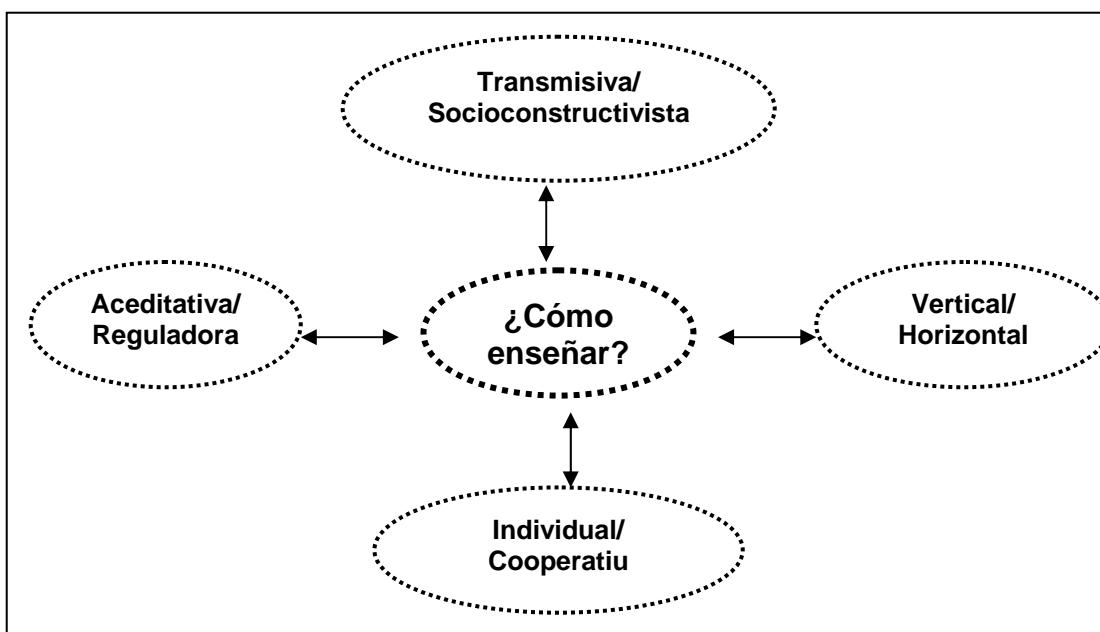


Fig. 4: Cambios curriculares en referencia a ¿Cómo enseñar?

La ciencia en si misma refleja un modelo de ciudadanía, una forma de relación entre los individuos y entre los individuos y el medio. Enseñar y aprender ciencia se convierte en una forma de reflejar la perspectiva ciudadana de la ciencia. Es una manera de reflejar una forma de entender la democracia dentro del aula que permite dialogar entre la autonomía que tiene cada individuo y su dependencia del resto para construir espacios de libertad desde el compromiso compartido.

4. Conclusiones

Nueva mañana, nuevo viaje en tren, nuevo periódico, nuevas noticias y hoy, nueva camisa. La palabra nuevo parece una constante dentro de nuestro contexto. La novedad a menudo tiene un significado social positivo, aunque no siempre va acompañada de la reflexión. De hecho, la humanidad siempre ha estado en proceso de cambio quizás lo que caracteriza el tiempo que nos ha tocado vivir es la velocidad del cambio que a menudo nos sorprende y desorienta. Por suerte siempre queda un libro que ayuda a fijar ideas, a dar tiempo a la reflexión y a poner en contacto lo que sabemos con las nuevas ideas. Paso por la librería de la Rambla del pueblo y me espera en el aparador, "La biografía del mundo" de Jaume Terradas me sorprende con su título y el diseño de su portada. Fijo la referencia en la memoria, descubrir como cambia el mundo puede ser la lectura del próximo verano.

La escuela, también es un contexto de cambio. El cambio se refleja en el alumnado que aporta constantemente nuevas ideas, nuevos valores a los contextos de aula. En el contexto social que demanda nuevas competencias, nuevos enfoques e incluso nuevos roles para la escuela. Y por supuesto, en las disciplinas de conocimiento que orientan el currículum escolar. Y delante de todo ello, cierta desorientación, algunas dudas y sobre todo respeto, respeto o responsabilidad...

En el presente texto hemos planteado algunos cambios significativos en la forma de entender las ciencias experimentales y hemos sugerido algunas formas de reflejarlos en el currículum escolar. Cuando respondemos a la pregunta de ¿qué enseñar? O ¿Cómo enseñar? delante de los cambios de la ciencia actual no tenemos ninguna voluntad de renunciar a lo que hemos hecho hasta ahora. Pretendemos aportar nuevas ideas a enfoques ya existentes. No se trata de cambiarlo todo para acabar por no cambiar nada. Se hace más importante descubrir nuevos puntos de vista, ver como no son excluyentes y como un

pequeño cambio, aunque sea en un único ámbito puede estimular un cambio en la forma global de plantear los procesos de enseñanza aprendizaje en la escuela.

Ahora bien, existen algunos elementos fundamentales de dicho cambio que no han quedado explicitados y que también se hacen fundamentales, aquello que en algunos contextos llamamos el currículum oculto y que son determinantes en la dinámica escolar.

Las ciencias experimentales son una actividad de **riesgo**. Un riesgo no entendido como el peligro de su intervención en el medio sino entendido como el hecho de asumir que cada nueva pregunta, cada nuevo problema nos sitúa delante de una nueva aventura y por tanto pide a la comunidad científica que se arriesgue. Enseñar y aprender ciencias también debería reflejar dicho riesgo. Entender que en el aula necesitamos seguridades que nos orienten, que nos ayuden a argumentar lo que hacemos pero también, si queremos dar respuesta a nuevas preguntas necesitamos aventurarnos por nuevos caminos. Rutas que a menudo están poco exploradas y que en ciertos momentos se hacen difusas y nos piden tomar decisiones que no acabamos de tener claras.

La ciencia también es **imaginación**. Es la competencia de buscar nuevas formas de pensar sobre el mundo para generar nuevas explicaciones. Una imaginación que no está reñida con el rigor pero que cuando es capaz de dialogar con él da lugar a la **creatividad**. Es por eso que la clase de ciencias ha de ser una clase en diseñada como una experiencia creativa, que encuentre el placer de ver el mundo de formas divergentes, que entienda que nuevos problemas piden nuevas soluciones. Procesos creativos que no son el resultado del encuentro entre el equipo docente y las musas, es un ejercicio de exigencia personal, de frustración y de constancia en el proyecto que se lleva a cabo.

Y por último nos parecen fundamentales **las personas**. La ciencia la hacen las personas, con su esfuerzo, su formación, sus vivencias, y como no, sus conflictos.

Por eso la clase de ciencias no puede ser más que un espacio en el que las personas tengan protagonismo, donde se crea sobre todo en los individuos. Las clases de ciencias deben ser contextos favorecedores de climas relajados, en que los y las docentes, desde el claustro escolar, y alumnado desde la clase vivan de forma positiva el proceso de creación continuada de nuevas formas de sentir, pensar y actuar sin renunciar al conflicto que genera la vida cotidiana.

La ciencia es, más que nunca, una actividad social, transformadora del mundo y garantía de democracia. El reto, en la escuela, lo constituye en convertir las noticias del periódico que leemos cada mañana en el tren, o los comentarios de la radio que oímos en el coche, en oportunidades para formar a la ciudadanía. La ciencia actual ya ha asumido su conexión con la sociedad y ha cambiado su forma de actuar y pensar. Ahora, la escuela, está invitada a reformular la manera en que refleja dicho cambio en la educación científica asumiendo el riesgo de iniciar un nuevo camino. Necesita imaginar nuevas estrategias y que, como no puede ser de otra manera, se tendrá que fundamentar en el esfuerzo de las personas que participan en los contextos educativos y también, en documentarse, para alcanzar nuevas ideas, nuevos enfoques en las formas de ver el mundo, que nos permitan repensar no tanto la biografía del mundo como la de la escuela.