

# DEL CONOCIMIENTO A LA COMPETENCIA CIENTÍFICA, UN SALTO CUÁNTICO

## FROM SCIENTIFIC KNOWLEDGE TO SCIENTIFIC COMPETENCE, A QUANTUM LEAP

### **María Felisa Domínguez Rodríguez**

Doctora en Ciencias Químicas. Universidad de Salamanca. Licenciada en Ciencias Químicas y Licenciada en Bioquímica, Universidad de Salamanca. Profesora de Física y Química en el IES Rafael Frühbeck de Burgos (Leganés, Madrid). ORCID: 0000-0001-5555-1457

### **Juan Carlos Alarcón Escribano**

Licenciado en Ciencias Químicas, la Universidad Complutense de Madrid. Jefe de Departamento de Física y Química en el IES Rafael Frühbeck de Burgos (Leganés, Madrid). Director IES EL Álamo (El Álamo, Madrid) ORCID: 0000-0002-1188-7060

## **María José Fabre González**

Doctora en Ciencias Químicas. Licenciada en Ciencias Químicas. Profesora de educación secundaria. Experto en gestión y organización educativa (nacional e internacional). Directora de IES. Asesora Técnica en educación en la Consejería de Educación y Universidades de la Comunidad de Madrid. Revisora y evaluadora de publicaciones especializadas.

### **Resumen**

El mundo y las sociedades cambian, modificándose el escenario en el que la educación y formación de los futuros ciudadanos también experimentan "revoluciones". La LOMLOE intenta encaminar la transformación educativa que ya se planteó en anteriores leyes de forma menos visible o diferente. Desde el punto de vista pedagógico, se concretan nuevos elementos curriculares centrados en el desarrollo competencial del alumnado. Se establecen los perfiles de salida y sus descriptores, las competencias específicas de cada materia/asignatura o módulo relacionadas con las ahora denominadas competencias clave, los saberes básicos (que no son únicamente contenidos), situaciones de aprendizaje que hay que diseñar y contextualizar para que se ajusten a los criterios de evaluación establecidos en la norma, una evaluación en la que se emplearía una variedad de instrumentos de evaluación para dichas situaciones. Un sinfín de cuestiones que hay que asimilar y procesar.

La materia de Física y Química contribuye, al igual que el resto de las materias, a la adquisición global de las competencias por parte del alumnado, pero principalmente a la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería. Un análisis de las competencias específicas intenta

poner luz sobre cuáles son más relevantes. Es obvia la importancia de la ciencia y adquirir una competencia científica para comprender los fenómenos que ocurren en nuestro entorno, y como base para el desarrollo científico, tecnológico y económico. La OCDE, a través de las pruebas PISA, sirve de referencia para establecer un marco educativo en la sociedad actual.

La pretendida revolución en el docente pasa, por consiguiente, por un cambio metodológico importante. Hay que ser conscientes de la dificultad que supone la implantación y desarrollo de un modelo centrado en las competencias, de la importancia de tener claro el objetivo de la educación, de la imprescindible formación docente para su desempeño, de la necesidad de un tiempo de reflexión para asimilar y diseñar la nueva arquitectura del currículo a través de las programaciones didácticas.

**Palabras clave:** LOMLOE, Física y Química, competencia específica, cambio metodológico, evaluación, situaciones de aprendizaje, PISA.

### **Abstract**

The world and societies change, and the scenario in which the education and training of future citizens also undergo "revolutions" is changing. The LOMLOE attempts to set in motion the educational transformation that was already proposed in previous laws in a less visible or different way. From the pedagogical point of view, new curricular elements focused on the development of student competencies are specified. It establishes the exit profiles and their descriptors, the specific competences of each subject or module related to the now called key competences, the basic knowledge (which are not only contents), learning situations that must be designed and contextualized to be adjusted to the evaluation criteria established in the norm, an evaluation in which a variety of evaluation instruments would be used for such situations. A myriad of issues to assimilate and process.

The subject of Physics and Chemistry contributes, like the rest of the subjects, to the global acquisition of competences by the students, but mainly to mathematical competence and competence in science, technology and engineering. An analysis of the specific competences tries to shed light on which ones are more relevant. It is obvious the importance of science and acquiring scientific competence to understand the phenomena occurring in our environment, and as a basis for scientific, technological and economic development. The OECD, through the PISA tests, serves as a reference to establish an educational framework in today's society.

The intended revolution in teaching, therefore, requires a major methodological change. We must be aware of the difficulty involved in the implementation and development of a model focused on competencies, of the importance of being clear about the objective of education, of the essential teacher training for its performance, of the need for time for reflection to assimilate and design the new architecture of the curriculum through didactic programs.

**Keywords:** LOMLOE, Physics and Chemistry, specific competence, methodological change, evaluation, learning situations, PISA.

## **PRÓLOGO: UN PRINCIPIO ES PARA SIEMPRE**

Cada curso que termina pone un punto y seguido a la que es mi tarea profesional y casi vital. La verdad sea dicha es que no todos los años es un punto y seguido, sino que a veces es un punto y aparte que hará que la historia continúe en un nuevo párrafo al que se llega con doble espacio y sangrado. Esto pasa cada vez que hay un cambio en la Ley educativa. Y eso que últimamente, en España estas leyes, y otras muchas, no son nuevas en su totalidad, sino que son modificaciones de la modificación de la última modificación, es decir, parches al juego y se las conoce por apodos y/o apócopes.

Entre el final de un curso y el principio del siguiente está el ansiado descanso estival, que en su última edición vino calentito, tanto que el sueño fue difícil de conciliar, los verdes prados no proporcionaban el frescor que suelen proporcionar, el agua escaseaba y el color amarillo imperaba desde muy pronto. Todo barruntaba tormenta. Es decir, el verano, época del año en la que hasta me entran ganas de pensar en cómo daré clase al curso que viene, ya no era ese verano sino otro. Otro que metía miedo por la incertidumbre (de Heisenberg) que le acompañaba: cuando encontraba el momento no encontraba la posición y cuando encontraba la posición, no encontraba el momento, tal y como enuncia el famoso Principio. Lo peor de todo es que los principios como este, si dan algo es seguridad de que lo que dicen es cierto y que por más vueltas que le demos, haremos lo que tengamos que hacer lo mejor que mejor podamos, pero nunca perfectamente.

Al calor se le añadieron la fiebre, los sofocos y el vértigo cuando fui verdaderamente consciente de que en septiembre entraba en vigor una nueva modificación legislativa. Un auténtico vaso termodinámico a punto de

implotar (explotar hacia a dentro porque, hacia afuera, da mucho trabajo) en el que la temperatura era una de las variables independientes, junto con la presión. Esta Termodinámica, desde luego... ¡qué madrastra es!, pero no falla, no miente. Es pura Ciencia y Ciencia pura.

Metida en el vórtice, girando como corresponden el hemisferio Norte, a diestras me vi con el RD del currículo LOMLOE en la pantalla del ordenador y con el Decreto que me afecta en última instancia y me dije: "del mal el menos, léete cómo queda tu disciplina y las asignaturas de 4ª ESO y 2º de Bachillerato, no vaya a ser que no sea para tanto". Principio de Precaución. E hice bien. Me miré los contenidos o lo que yo suelo entender por contenidos, porque entre el cansancio y el calor creí ver o entender que ahora hay que llamarlos ¿saberes? Y vi que estaba todo más o menos igual y que si era así no habría muchos cambios. Eché de menos a los estándares de aprendizaje evaluables que me habían servido de guía en los últimos cursos pero pensé será cosa mía y en todo caso, la regla de Markovnikov en secundaria te la sabes o no te la sabes, y te la aprendes en plan acto de fe química orgánica porque me lo dice la profesora y el libro, no porque se hagan halogenaciones de olefinas en el laboratorio del instituto y por qué tengamos a nuestro alcance las técnicas para averiguar qué producto de reacción es el mayoritario, ni siquiera si hay un solo producto de reacción o cien. También eché de menos el concepto de evaluación, así, en general. Ese concepto tan molesto y que se elude con tanta facilidad, especialmente si nos la hacen otros (aunque también si nos la hacemos a nosotros mismos, la verdad) Pero me dije "estará en la parte general. Me lo leeré en otro momento con la mente más fresca". En cambio, me encontré con un bosque de competencias generales, específicas y no había más etapas en la reacción competencial porque al legislador no se le ocurrieron, que si no... más para desbrozar. La entropía, ya se sabe, siempre aumenta. El bosque competencial... ¡ay, qué gracioso!, como si nos hubiésemos ido a Narnia, atravesando una pared o entrando en ese armario tan tétrico cuando a los

físicos y los químicos lo de ser competente, que es saber hacer, los somos por definición, aunque seamos muy conscientes de que, en nuestras disciplinas, la abstracción y la imaginación son en muchas ocasiones las mejores aliadas y en algunas el acto de fe anteriormente mencionado, es decir, nosotros ya estábamos allí cuando las competencias surgieron como las setas con la humedad y el calorcito. Esta vez las competencias no venían solas. Traían de la mano a las situaciones de aprendizaje, que deben ser las situaciones reales que, todos hemos vivido, no siempre observado, antes de que entendamos qué ocurre cuando el agua no se congela, sino que se solidifica y que no lo hace a 0°C, si le echamos sal y/o otras sustancias. De ahí lo de echar sal (mezclada con arena para incrementar el rozamiento) en las carreteras de países como el nuestro, porque en otros, con sal, la del salero, no tienen ni para empezar para evitar que nos deslicemos como patinadores sobre zapatos, ruedas o X. En definitiva, me habían cambiado los significantes, porque los significados ya estaban allí, con nosotros los de Física y Química y con algunos más, en el bosque de las competencias.

Me dije, bajo la sombra del avellano, "ya nos han metido en nuevo laberinto. Ya nos han cambiado la ruta de salida y, me temo, que la salida dará al mismo sitio de siempre, pero el camino me parece que tiene más esquinas que de costumbre. Saldremos, pero lo que no sé es cómo. Bueno sí que sé, que me dicen que tenemos que conseguir un perfil de salida. Esto sí que es nuevo y atrevido, como la ignorancia. Vamos a salir perfilados y algunos saldremos de perfil. ¡Qué *chic* y qué osado! Nunca había visto este término antes en un currículo. Esta es la palanca que esta ley va a forzar a usar para que la lata se abra y salga el bonito perfil que desean. Ay, Arquímedes...ya estás por aquí. ¿Quién valorará como salimos del laberinto? ¿Quién evaluará el camino seguido, su eficiencia? Seguro que uno de fuera, pero poco trascendente, alguien de alguna organización internacional, algún gurú de las estadísticas, que nos dará palmaditas en la espalda y ¡hasta la siguiente!, pero que sepas que tienes margen de mejora".

Tras esta lectura, decidí descansar de leer y me negué a entrar en el laberinto sola. Decidí que entraría con mis compañeros de departamento y de claustro. Sola me daba mucha pereza y un poco de miedo, todo hay que decirlo. Sentí de nuevo los sofocos y el sudor frío que los sigue, que refrigeraban mi piel por efecto de la evaporación. Bendita termodinámica y sus principios.

Cuando agosto llega a su fin, siempre traigo al presente los motivos que me llevaron a dar clase de Física y Química. Lo necesito, si no... Unos fueron puramente prácticos, pero muy reales y relativos a tener un trabajo que me permitiera mantener mi supervivencia física y mis sueños de investigadora. Y otro más idealista y al que casi todos los profesores que conozco apelan en primer lugar, la vocación, el tan manido me gusta enseñar. El placer que se siente al mostrar al que no sabe el mundo que conocemos, a la par que se intenta sembrar en él la semilla de la curiosidad por desvelar lo que está por conocer, es decir, la curiosidad por aprender y llegar a saber. Esto último no se dice, pero es la verdad subyacente, la imagen, poco nítida, tras el cristal traslúcido que solo deja pasar la luz y ver un objeto desdibujado tras él, pero tan atractivo que hace que te dedique en cuerpo y alma a quitar las arruguitas del cristal.

Y necesito recordar y recolocar cada año este motivo, que es más un propósito porque, aunque es el que subyace en la tarea del maestro, del profesor, del que enseña, generalmente queda diluido por un disolvente que cada vez es más universal y que se deja atrás los solutos, los ingredientes más específicos y no por ello menos esenciales. Como yo digo, mejor no perder el Norte. Ese Norte que continuamente se oculta como el Sol en los eclipses y que, como ya sabemos por la experiencia, siempre vuelve a salir, aunque pasemos un buen ratito en la penumbra, siempre está ahí, y eso alimenta nuestra esperanza, ilusión y, sobre todo, nuestra paciencia.



También viene a mi mente que nunca quise ser profesora, siempre quise ser investigadora. Soy curiosa por naturaleza y me atrae averiguar el porqué de las cosas; es una fuerza atractiva, a distancia, casi magnética que me lleva a meterme muchas veces en parajes frondosos donde es mejor no estar y no conocer porqué empiezas a infectarte de virus, contra los cuales, ya se sabe, especialmente desde que la COVID-19 llegó a nuestras vidas, solo queda superarlos y aunque, como dice la canción, lo que no te mata te hace más fuerte, en ocasiones te quedas muy afectado tras el viaje de conocer y haber despejado el camino que conduce a desvelar el misterio que tanto me atraía al principio de cada aventura investigadora. Los misterios que más me atraen son los que no se perciben por los sentidos, pero de los que tengo evidencias, señales, más o menos sofisticadas de que ahí está pasando algo, pero que solo está "enseñando la patita".

Después descubrí que desentramar un misterio, un fenómeno, un comportamiento, no tiene gracia si no se cuenta y lo que es más importante que no tiene valor si no se cuenta describiendo la aventura vivida para desentramarlo y desentrañarlo, con todo lujo de detalles y con datos, analizando los resultados y obteniendo conclusiones. Todo para que otros curiosos puedan reproducirlo, modificarlo y mejorarlo. Los otros son miembros de un equipo desconocido y que, en muchos casos, jamás conoceré, pero sé que existen y existirán, así como que existieron porque ellos fueron quienes me inocularon el virus.

Y claro, me queda el último descubrimiento que enlaza con el propósito: hay que enseñar a cuantos más mejor porque alguno se dejará infectar y continuará con la curiosidad por bandera, desvelando el misterio y explicándonos con más profundidad y detalle el porqué de las cosas. Continuará mejorando nuestras vidas, aunque deje la suya en ello. Así que, investigadora y profesora tenían que estar en la misma persona y aquí estoy. Sigo investigando, aprendiendo y enseñando, cada vez en temas distintos, desarrollando nuevas competencias en cada nuevo misterio e intentando

que los aprendientes curiosos sean cada vez más y mejores, como se dice ahora, más competentes. Aunque sigo esperando a la evaluación trascendente. ¿Qué miedo tenemos a la verdad y sobre todo a tener que reaccionar, cambiando, si la verdad nos dice que no vamos bien?

Para enseñar académicamente hay que hacerlo en un marco formal (lo informal ya si eso...), al menos en mi entorno, se vincula a una rama de conocimiento y a un currículo, y dentro de un marco normativo, poco estable, al menos en España. Acabé eligiendo la Química y lo que el común de los mortales conoce como enseñanza media (la superior es una acotado de caza y pesca en el que no quise, ni quiero, pagar la cuota del coto por convicciones personales). Como en esta etapa educativa, la Química va siempre de la mano de la Física, pues antes que después me vi dando clases de Física y Química en un colegio privado y después en varios Institutos públicos, primero de Bachillerato y después de Enseñanza Secundaria.

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Según la RAE, una de las acepciones de competencia es "pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado". En el ámbito educativo actual, la replicación de conceptos y operaciones no implica que un alumno sea capaz de desenvolverse adecuadamente a lo largo de su vida.

Es por ello que en el año 2003 la OCDE desarrolla el proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) cuya relevancia conlleva a que los países reformulen sus respectivos currículos escolares promulgando leyes educativas adaptadas a ese marco de referencia. La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación (LOE) ya incorpora las competencias clave al sistema educativo. Es preciso indicar que en la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990) ya se vislumbraba un precedente cuando

se hablaba de capacidades que el alumnado debería alcanzar al final de cada etapa.

La vigente Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) cambia e introduce algunos elementos del currículo tales como el perfil de salida del alumnado vinculado con las competencias clave, los descriptores operativos a partir de los cuales se concretan las competencias específicas de cada área, materia o ámbito, los saberes básicos que corresponden a los conocimientos, destrezas y actitudes propios de cada materia.

Entre los desafíos que se plantean en la LOMLOE, entre otros, se encuentra la mejora del nivel competencial del alumnado para que alcance el éxito escolar haciendo especial hincapié en la atención a la diversidad, reducir la tasa de abandono escolar temprano situada en España en 16,7% en hombres y 9,7% en mujeres en 2021 (frente al 11,4% y 7,9% respectivamente en la UE), aumentar las vocaciones STEAM, mejorar la profesión docente a través de la innovación curricular y docente, conseguir una educación en valores cívicos para que los futuros ciudadanos adquieran un espíritu crítico y participativo en la sociedad que les toca vivir y convivir.

Esta ley es ambiciosa en cuanto que desarrolla un planteamiento pragmático de la educación en el que aprender a conocer y aprender a hacer, convive con un planteamiento social en el que aprender a vivir juntos y aprender a ser son resultado de las actitudes y valores que se pretende alcance el alumnado en su formación integral en la compleja sociedad actual que les ha tocado vivir.

Es por ello que un año más se ha empezado con el curso con incertidumbres (como el principio de Heisenberg mencionado anteriormente), aprendiendo a enseñar y reprogramar sobre la marcha, con nuevos retos que plantearse y exigencias añadidas a las ya de por sí en el quehacer diario.

## **2.- EL ALUMNADO FRENTE A LAS COMPETENCIAS**

Dada la naturaleza cambiante de la vida y de la sociedad, los docentes deben preparar a al alumnado para que sea capaz de enfrentarse con éxito a esa sociedad cuya velocidad de cambio es cada vez más frenética. Seguramente, los estudiantes serán profesionales de trabajos o entornos laborales que actualmente se desconocen, además muchos alumnos suelen cuestionar el motivo de aprender determinados conceptos pues no ven una aplicación directa en su futuro. Por estas razones, se necesita motivar el aprendizaje autónomo del alumnado en una etapa evolutiva crítica y decisiva para ellos.

Uno de los mayores desafíos con el que se encuentran los docentes al desarrollar su labor bajo el paraguas de la LOMLOE es el cambio del foco en la evaluación. Ya no está centrada en los contenidos, sino en la adquisición de las competencias específicas de cada materia con el fin de alcanzar las competencias clave determinadas en el perfil de salida del alumnado de secundaria. Esto conlleva un cambio en la metodología empleada hasta ahora. La memorización de hechos y procedimientos es importante, aunque no suficiente para poder ser competente en diferentes aspectos.

Esa metodología clásica, magistral, que la sociedad ha vivido como alumnos del siglo XX, y con la que los docentes están familiarizados y cómodos, ha de convertirse en otra metodología centrada en el aprendizaje autónomo y responsable del alumnado del siglo XXI, ejerciendo el profesorado un papel mediador, facilitador o de guía a través de las situaciones de aprendizaje. El uso de metodologías activas y contextualizadas por parte del profesorado han de facilitar la participación del alumnado para la adquisición tanto de conocimientos y como de competencias para su utilización en situaciones reales. Abordarlo satisfactoriamente implica tener presente los pilares claves del proceso enseñanza-aprendizaje: el alumnado y el profesorado,

sin olvidar el tercer pilar que lo equilibra: la familia. Por su parte, los docentes echan en falta el tiempo necesario para salir de su zona de confort, dominar y aplicar en el aula metodologías más activas y atractivas para los estudiantes, que sean relevantes en su formación. Aunque conozcan diferentes metodologías, se necesita un periodo de reflexión y de actualización con el fin de desarrollar la labor docente con confianza. La premura en la aplicación de la ley ha hecho que se trabaje con la mejor intención, pero sin saber exactamente cómo llevar a cabo ese cambio metodológico, dejándose aconsejar por lo propuesto en diferentes editoriales y por lo que se puede interpretar en el marco legislativo.

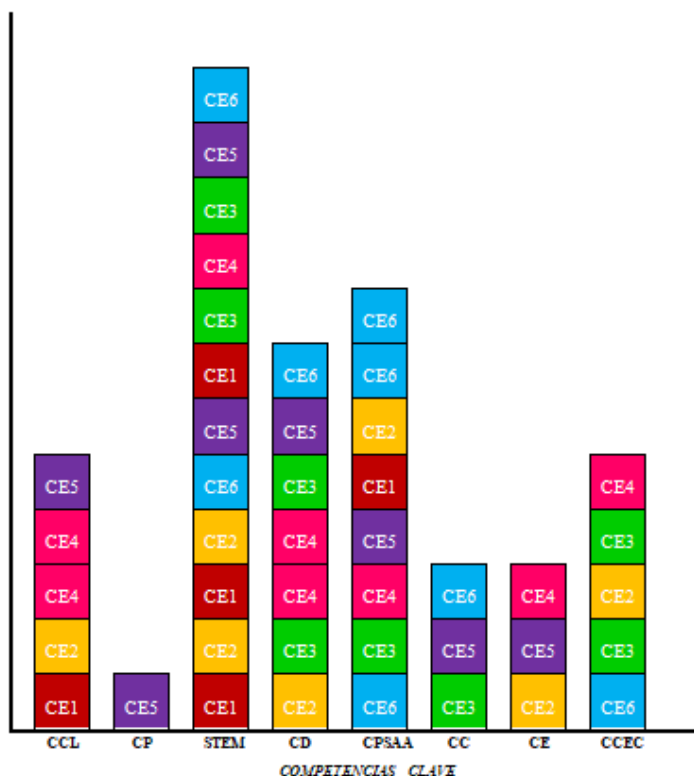
Por otro lado, el alumnado está acostumbrado a ser un agente pasivo en el aprendizaje, aunque se intente lo contrario. El acceso a internet "facilita" la búsqueda de información, sin embargo, requiere una mayor madurez a la hora de seleccionar las fuentes fiables. Asimismo, resulta más fácil copiar y pegar la información, que redactarla de manera propia. Esta inmediatez puede llegar a confundir a los alumnos haciéndoles creer, erróneamente, que el proceso de aprendizaje ha de ser igual de rápido, lo que desencadena desmotivación, baja autoestima y abandono por la materia, que, como todo en la vida, requiere esfuerzo y dedicación. El reto docente radica en aplicar una metodología novedosa y atractiva para el alumnado, además de seleccionar actividades motivadoras que consoliden el conocimiento necesario que han de tener, siendo éste un elemento activo de su propio aprendizaje.

Por último, pero no menos importante, se encuentra la familia. El entorno familiar es clave para el buen desarrollo del adolescente. Aquellas familias que entienden y valoran el trabajo y el esfuerzo que han de realizar los estudiantes y lo fomentan en sus casas, así como la labor docente, ayudan a que sus hijos sean más responsables y se conviertan en mejores ciudadanos.

### 3.- LA FÍSICA Y QUÍMICA Y SUS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Las competencias específicas de la materia de Física y Química y su conexión con los descriptores de las competencias clave establecidas para obtener el perfil de salida del alumnado en la etapa secundaria muestran que la relación va mucho más allá de la competencia en comunicación lingüística (CCL) y la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM). Observando la gráfica 1 se comprueba que la competencia digital (CD) y la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) tienen casi el mismo grado de implicación en la consecución del perfil de salida del alumnado. Lo que demuestra que la competencia digital es clave para desarrollar la autonomía en el aprendizaje de los estudiantes nacidos en este siglo, los llamados nativos digitales.

Competencia Específica	Descriptores del Perfil de salida	Competencia Específica	Descriptores del Perfil de salida
CE1	CCL1 STEM1, STEM2, STEM4 CPSAA4	CE4	CCL2, CCL3 STEM4 CD1, CD2 CPSAA3 CE3 CCEC4
CE2	CCL1, CCL3 STEM1, STEM2 CD1 CPSAA4 CE1 CCEC3	CE5	CCL5 CP3 STEM3, STEM5 CD3 CPSAA3 CC3 CE2
CE3	STEM4, STEM5 CD3 CPSAA2 CC1 CCEC2, CCEC4	CE6	STEM2, STEM5 CD4 CPSAA1, CPSAA4 CC4 CCEC1

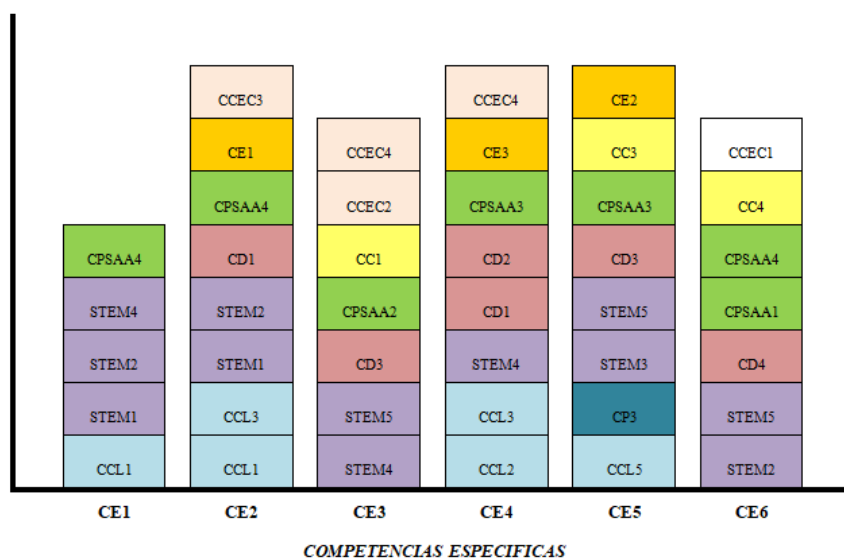


**Gráfica 1. Conexión entre las Competencias Específicas en la materia de Física y Química y las Competencias Clave.**

Cabe destacar el papel que juega la competencia emprendedora (CE) en la creación de materiales y en el trabajo colaborativo entre iguales para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad y las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, que lamentablemente han sido y son noticia desde que azotó la pandemia por COVID-19 en 2020.

Al ver la conexión que marca el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria entre las Competencias Específicas de la materia de Física y Química con los descriptores del Perfil de salida recogida en la gráfica 2, se observa que:

- La competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) está presente en todas las competencias específicas, como cabría esperar dada la naturaleza de la materia de Física y Química.
- La competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) también se refleja en las seis competencias específicas lo que remarca el papel activo del alumnado en su aprendizaje que se quiere implementar con esta nueva ley.
- Aunque la competencia digital (CD) está en un número mayor de competencias específicas que la competencia en comunicación lingüística (CCL), el número de descriptores de ambas competencias es el mismo, por lo que su importancia se equipara en el desarrollo del aprendizaje.
- Fijándose en el número de descriptores de cada competencia clave, comprobamos que muy por detrás de la competencia STEM están CPSAA junto con CCL y CD, que poseen el mismo número, lo que subraya el carácter instrumental de las materias de Lengua y de Tecnología en el proceso de aprendizaje autónomo y significativo del





alumno.

***Gráfica 2. Conexión entre las Competencias Específicas en la materia de Física y Química y los descriptores del Perfil de salida.***

El reto que supone el cambio metodológico centrado en el alumno como protagonista de su aprendizaje y evaluar por competencias específicas en vez de estándares de aprendizajes es la piedra angular de la labor docente. El Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo expone de manera clara la conexión entre las competencias específicas de cada materia con los descriptores del perfil de salida del alumnado de secundaria, es decir, la relación entre ambos tipos de competencias (las específicas de la materia y las clave que ha de adquirir cualquier alumno del territorio español), asimismo, relaciona los criterios de evaluación con cada competencia específica. Sin embargo, no establece una interrelación nítida entre los saberes básicos (los antiguos contenidos), las competencias específicas y los criterios de evaluación, con la excepción de la CE3 que se relaciona directamente con la nomenclatura de la IUPAC.

Por otro lado, el artículo 2 f) define las situaciones de aprendizaje ("situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas") dando libertad de cátedra al profesor para que establezca dicha asociación en su actividad docente empleado metodologías más activas e innovadoras. En este sentido, el material facilitado por las editoriales es dispar. Mientras que algunas editoriales han seguido manteniendo el formato de unidades o temas que incluyen contenido teórico, ejercicios y al final actividades de situaciones de aprendizaje; otras en cambio, han dado un giro al libro de texto dividiéndolo en dos bloques diferenciados: situaciones de aprendizaje y saberes básicos. En las situaciones de aprendizaje, se recogen diferentes actividades para que el alumnado las realice de manera individual o grupal

con alusión a la ficha del saber básico correspondiente. El bloque de saberes básicos consta de fichas teóricas de contenido junto con ejercicios de consolidación.

Este cambio metodológico empleando las situaciones de aprendizaje, aunque resulta muy atractivo y prometedor en negro sobre blanco, no lo es tanto en la realidad del aula. La ventaja más relevante es el grado de satisfacción del alumnado cuando consigue realizar una tarea de manera autónoma y la mejor adquisición del conocimiento. Sin embargo, las dificultades que se detectan en el día a día se pueden resumir en:

- Mayor tiempo empleado en la ejecución de las actividades por parte del alumnado al que hay que incluir su posterior corrección y explicación, por lo que la selección del tipo de actividades es crucial para optimizar la sesión en el centro educativo y poder abordar los saberes básicos (contenidos) marcados en el real decreto.
- Diferente ritmo de trabajo del alumnado, mientras unos realizan las tareas en un tiempo razonable otros necesitan más, por lo que establecer un plazo adecuado para la ejecución es esencial.
- Mayor número de alumnos con necesidades educativas, que requieren actividades muy guiadas y resueltas previamente, lo que resulta contradictorio con la metodología activa que se pretende implantar.
- Una ratio elevada que dificulta una mayor atención individualizada y mediada.
- Mayor tiempo de dedicación del profesorado para la preparación de su programación de aula, la elección de actividades y su posterior corrección fuera del horario lectivo, lo que supone un aumento del estrés laboral.

Dado el carácter de la materia de Física y Química se echa en falta una mayor especificación para la realización de prácticas de laboratorio, asignando horas de desdoble para llevarlas a cabo con seguridad.

En cuanto a la evaluación por competencias, el auténtico desafío es cómo evaluar correcta y objetivamente esas seis competencias específicas. Teniendo en cuenta que el bagaje educativo (como estudiantes y como profesores) es la evaluación de contenidos teóricos y/o prácticos, cambiar a la evaluación por competencias es como estar en el interior de la carpa de un circo y tratar de saltar de un trapecio a otro, pero sin red de seguridad, especialmente en aquellas que tienen un carácter social o vinculadas con aspectos de la personalidad o relativas a las emociones. En este punto, cabría la reflexión en relación con las herramientas que se precisarían para evaluar dichas competencias, puesto que la subjetividad subyace en dichas consideraciones.

El carácter práctico de la materia de Física y Química ayuda, en cierta medida, a evaluar por competencias. De hecho, en la evaluación de trabajos individuales o colectivos sobre científicos, temas de investigación o prácticas de laboratorio se están evaluando varias competencias específicas de manera global. En el artículo 2 c) del Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo se define las competencias específicas como "desempeños que el alumnado debe poder desplegar en actividades o en situaciones cuyo abordaje requiere de los saberes básicos de cada área. Las competencias específicas constituyen un elemento de conexión entre, por una parte, las competencias clave, y por otra, los saberes básicos de las áreas y los criterios de evaluación". El vértigo del docente aparece cuando no se especifica en el marco legislativo una interrelación clara entre los diferentes saberes básicos y las competencias específicas. Los criterios de evaluación de cada competencia específica son el nexo de unión con los saberes básicos, pero de una manera muy abierta y poco concreta en comparación con la ley anterior como se muestra en las tablas 1 y 2.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (LOMCE)					
Física y Química de 2º y 3º ESO			Física y Química de 4º ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. Actividad científica	6	10	Bloque 1. Actividad científica	8	9
Bloque 2. La materia	11	24	Bloque 2. La materia	10	18
Bloque 3. Los cambios	7	12	Bloque 3. Los cambios	8	14
Bloque 4. Fuerzas y movimientos	12	22	Bloque 4. Fuerzas y movimientos	15	31
Bloque 5. La energía	11	25	Bloque 5. La energía	6	13
<b>Número total</b>	<b>47</b>	<b>93</b>	<b>Número total</b>	<b>47</b>	<b>85</b>

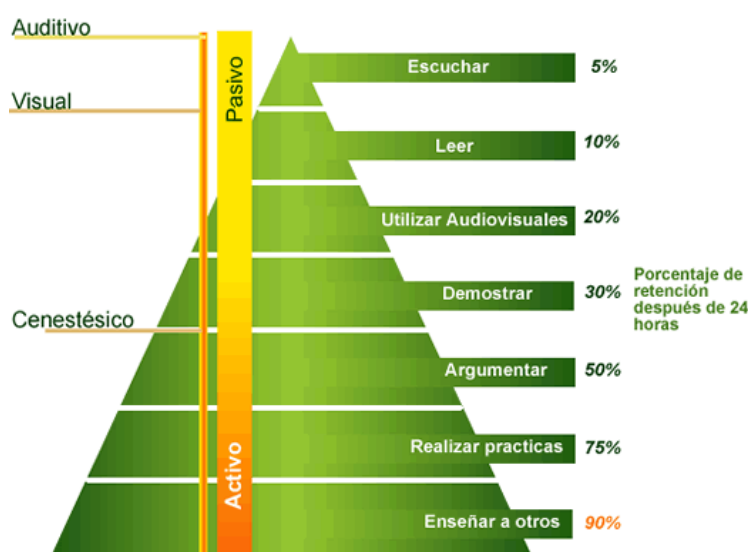
**Tabla 1.**

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. (LOMLOE)					
Física y Química de 2º y 3º ESO			Física y Química de 4º ESO		
Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos
CE1	3	A. Las destrezas científicas básicas. B. La materia. C: La energía. D. La interacción. E. El cambio	CE1	3	A. Las destrezas científicas básicas. B. La materia. C: La energía. D. La interacción. E. El cambio
CE2	3		CE2	3	
CE3	3		CE3	3	
CE4	2		CE4	2	
CE5	2		CE5	2	
CE6	2		CE6	2	
<b>Número total</b>	<b>15</b>		<b>Número total</b>	<b>15</b>	

**Tabla 2.**

Comparando ambas tablas se observa que no solo se ha disminuido en un 66% el número de criterios de evaluación (de 47 a 15), sino también que se no concretan los criterios para cada contenido, siendo este último el cambio fundamental que se debe afrontar, casi sobre la marcha. En un esquema tradicional, en la evaluación se priorizaba sobre contenidos conceptuales, y el giro actual se dirige hacia criterios competenciales englobando los procedimientos y actitudes.

Esta libertad que deja el marco legislativo a la profesionalidad del docente sería bien aprovechada si se tuviera el tiempo necesario para replantear o, mejor dicho, reasignar los saberes básicos junto con sus actividades a los criterios de evaluación de cada competencia específica. Este curso, en el que se está impartiendo la materia según lo dictamina la LOMLOE permitirá reflexionar y reajustar la metodología, y lo que es más importante, involucrar al alumnado en ser agente activo de su aprendizaje, haciendo hincapié en las bases de la pirámide del aprendizaje de Cody Blair. Es decir, fomentar que el alumno deje su aprendizaje pasivo y sea cada vez más activo, como se ilustra en la imagen 1.



**Imagen 1. La pirámide del aprendizaje**

Fuente: Cody Blair. *Cómo aprenden y recuerdan los estudiantes de manera más efectiva.*

Una aproximación para concretar la práctica docente sería relacionar cada actividad del saber básico con los criterios de evaluación y las competencias específicas correspondientes, para asegurar que se evalúen las seis de una manera equitativa. La tabla 3 es una sugerencia, a modo de ejemplo, que ayuda a marcar los criterios de evaluación que se valoran con la realización de las actividades propuestas para un saber básico determinado. De esta manera gráfica se podrá visualizar fácilmente la

estrecha relación entre las competencias específicas (con los criterios de evaluación) y los saberes básicos sobre los que se apoyan (con las actividades/situaciones de aprendizaje propuestas por cada docente).

Saberes básicos	Comp. Específicas	CE1			CE2			CE3			CE4		CE5		CE6	
	Actividades	Crit. Eval.			Crit. Eval.			Crit. Eval.			Crit. Eval.		Crit. Eval.		Crit. Eval.	
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1	6.2
A	Elaboración de un informe científico tras la realización de un trabajo experimental sencillo en casa y su posterior exposición oral (p.e.: cómo saber si una botella está realmente vacía).	X			X		X	X				X	X			
B	Elaboración de una infografía o línea del tiempo, por grupos, con los distintos modelos atómicos que han ido surgiendo a lo largo de la historia.	X			X								X		X	
C	Comprobación sobre los factores que influyen en la velocidad de una reacción (p. e.: oxidación de la fruta).	X			X	X						X				X
D	Análisis de distintos recorridos y medios de transporte para desplazarse de manera sostenible.		X			X		X				X				
E	Análisis del consumo energético de diversos electrodomésticos domésticos y el gasto económico.		X	X				X	X			X				
E	Elaboración de un informe con las mejoras que se podrían realizar para reducir el consumo energético a nivel doméstico, en el centro			X				X					X	X		X



educativo y en la sociedad.																				
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Tabla 3. Ejemplo de relación entre situaciones de aprendizaje y competencias específicas a través de sus correspondientes criterios de evaluación.**

Detallar las actividades propuestas en la tabla no se ha de entender como una forma rígida y encorsetada de realizar la labor docente, sino como una ayuda para llevar a cabo tal tarea dentro de la nueva ley y que facilite el cambio de planteamiento que se pretende conseguir. Como todo, se debería realizar de manera sosegada y reflexiva, incorporando pequeños, pero sutiles cambios que favorezcan esta transición.

El mero hecho de plantearse cómo afrontar la evaluación por competencias y tratar de buscar alguna luz que ilumine el buen camino es ya un paso decisivo para llegar a construir las bases del futuro cambiante que se avecina.

Uno de los mayores rechazos que suele producir tantos cambios legislativos en la educación es la manera acelerada de aplicar las diferentes leyes y sus posteriores modificaciones en cortos periodos de tiempo. Aunque cada ley intenta mejorar aspectos de la anterior, la rapidez con la que se suceden las reformas (imagen 2) hace que no sean acogidas con el recibimiento que merecen. De la misma manera que se realizan obras de mejora en infraestructuras y todos los ciudadanos asumen la incomodidad que eso conlleva por el avance y la comodidad que traerá, los docentes también pueden asumir esos cambios legislativos, si se supiera que transcurrirán varios años (más de una década) hasta la siguiente reforma, es decir, el tiempo suficiente para no tener la sensación de estar instalados en el cambio drástico, continuo y permanente, con el desgaste laboral y personal que eso supone. Esperemos que esta ley tenga recorrido suficiente para que todo el esfuerzo y la dedicación que se están empleando se vean recompensados y se ponga en práctica el cambio metodológico con

entusiasmo y confianza. Nuestro alumnado, en particular, y la sociedad, en general, lo agradecerán.

EJE CRONOLÓGICO DE LAS LEYES REGULADORAS DEL SISTEMA EDUCATIVO							
Preconstitucionales		Postconstitucionales					
<i>Ley Moyano</i>	<i>Ley Villar Palasi</i>						
<b>LIP</b>	<b>LGE</b>						
Ley de Instrucción Pública (1857)	Ley General de Educación (1970)	<b>LODE</b> (1980)	<b>LOGSE</b> (1990)	<b>LOCE</b> (2002)	<b>LOE</b> (2006)	<b>LOMCE</b> (2013)	<b>LOMLOE</b> (2020)

**Imagen 2.**

**Fuente:** tomada como referencia del documento:

[http://www.usie.es/SUPERVISION21/2015\\_38/SP\\_21\\_38\\_Articulo\\_Leyes\\_educacion\\_ultimos\\_200\\_anyos\\_Berengueras\\_y\\_Pont.pdf](http://www.usie.es/SUPERVISION21/2015_38/SP_21_38_Articulo_Leyes_educacion_ultimos_200_anyos_Berengueras_y_Pont.pdf)

#### 4.- COMPETENCIA A COMPETENCIA

**Competencia específica 1: Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.**

Descriptores del perfil de salida: CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4.

Esta competencia es fundamental en el desarrollo del pensamiento científico y su contextualización con los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor. Comprender, relacionar y explicar son acciones cognitivas de distinta complejidad aplicables a cualquier materia. Dentro de los descriptores asociados a esta competencia destaca la CPSAA4 ("realiza autoevaluaciones sobre su proceso de aprendizaje, buscando fuentes fiables para validar, sustentar y contrastar la información y para obtener conclusiones relevantes") ya que el proceso autoevaluador en la adquisición de conocimientos veraces a través de fuentes fidedignas se debería de realizar mediante estrategias metodológicas que también incluyeran la coevaluación y la heteroevaluación.

**Competencia específica 2: Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.**

Descriptores del perfil de salida: CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CPSAA4, CE1, CCEC3.

La aplicación del método científico está presente no solamente en las áreas/materias de carácter científico-tecnológico, sino que también es extensible a otros ámbitos educativos, personales, sociales y profesionales. La selección y tratamiento de la información obtenida, hoy en día, principalmente a través de internet ha de realizarse con un espíritu crítico para diferenciar entre las fuentes fiables o no fiables. Es importante este aspecto en un mundo en el que las *fake news*, la desinformación y el conocimiento pseudocientífico están al orden del día.

El descriptor CCEC3 ("expresa ideas, opiniones, sentimientos y emociones por medio de producciones culturales y artísticas, integrando su propio

cuerpo y desarrollando la autoestima, la creatividad y el sentido del lugar que ocupa en la sociedad, con una actitud empática, abierta y colaborativa”) se incluye paralelamente a otros descriptores más relacionados con la materia de Física y Química. Se podría pensar que está descontextualizada en relación con el resto de descriptores. En su charla “Las escuelas matan la creatividad”, Sir Ken Robinson aboga por un cambio en un sistema educativo obsoleto academicista y limitante. Fomentar la expresión de ideas, la creatividad y la innovación debiera empezar con una autoreflexión de nuestra labor docente en el aula. Es necesario que el docente salga de su zona de confort, dando pequeños pasos, siendo creativos e innovando para fomentar que nuestro alumnado también lo sea.

**Competencia específica 3: Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes, para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.**

Descriptores del perfil de salida: STEM4, STEM5, CD3, CPSAA2, CC1, CCEC2, CCEC4.

Es fundamental en la materia de Física y Química el empleo correcto del lenguaje científico-matemático como otra forma de transmisión de la información que evitan ambigüedades que pueden aparecer en expresiones coloquiales.

El descriptor CPSAA2 (“comprende los riesgos para la salud relacionados con factores sociales, consolida estilos de vida saludable a nivel físico y mental, reconoce conductas contrarias a la convivencia y aplica estrategias para abordarlas”) está íntimamente relacionado con elementos transversales

y, por supuesto, aplicables a ámbitos personales y sociales. Según el texto de esta competencia específica se puede considerar que este descriptor no está encuadrado en tal competencia. Si bien es cierto que el "uso seguro del laboratorio" es un requisito y una necesidad que podemos contextualizar en un ámbito personal y un futuro profesional. En el currículo de esta materia se echa en falta una presencia real de prácticas experimentales en las que se puedan plasmar y evaluar algunas de las competencias aquí indicadas.

Por último, la adquisición de una cultura científica mínima necesaria para ser de utilidad en situaciones cotidianas se define a través de los descriptores CCEC2 y CCEC4.

**Competencia específica 4: Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.**

Descriptores del perfil de salida: CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3, CCEC4.

En la sociedad de la información en la que nos encontramos es importante que el alumnado adquiera un espíritu crítico y eficiente en relación con las fuentes de información, redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje. Esta competencia no es exclusiva de la materia de Física y Química y pudiera ser exportable a cualquier otra materia/ámbito educativo. Nuestro alumnado necesita desarrollar unas habilidades para poder relacionarse en una sociedad cada vez más digitalizada donde las comunicaciones, gestiones, información se realizan a través de diversas plataformas y redes.

**Competencia específica 5: Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base**

**empresadora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.**

Descriptores del perfil de salida: CCL5, CP3, STEM3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2.

El conocimiento no tiene fronteras; es interdisciplinar ya que no es exclusivo de un área o materia. Igualmente, la colaboración entre personas y equipos es necesaria para conseguir una mayor eficiencia y eficacia a la hora de obtener resultados.

Esta competencia se centra fundamentalmente en el aprendizaje de estrategias de trabajo en equipo necesarias para el desarrollo de actividades que pueden en un futuro profesional y laboral aplicarse igualmente (CE2). El respeto a la diversidad, la colaboración y la cooperación, la equidad y la igualdad son valores que están implícitos en esta competencia y sirven para fomentar la cohesión social.

Aquí concurren dos aspectos que tener en cuenta: el desarrollo de ciertas actitudes personales y valores, que añadidas a las de otros individuos, dirigen a un colectivo a la obtención mejores resultados que implica un componente de productividad.

Por concluir, esta competencia pudiera ser perfectamente aplicable a cualquier área/materia/ámbito, simplemente contextualizándola junto con los saberes básicos de la misma.

**Competencia específica 6: Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.**

Descriptores del perfil de salida: STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC4, CCEC1.

La repercusión que el desarrollo científico y tecnológico tiene en la sociedad es incuestionable, tanto para las acciones que mejoran la calidad de vida de sus ciudadanos, como para las que tienen un efecto negativo y contraproducente para la salud y el medioambiente. Esa relación bidireccional ciencia-sociedad se manifiesta cada vez más intensamente en un mundo globalizado. No hay que olvidar que la ciencia está al servicio de la sociedad para aportar soluciones a los desafíos de la vida cotidiana y que supone ser conscientes y asumir un compromiso personal y social. En este sentido, cabe mencionar los objetivos ODS de la Agenda 2030.

En esta competencia, llama la atención el descriptor CPSAA1 ("regula y expresa sus emociones, fortaleciendo el optimismo, la resiliencia, la autoeficacia y la búsqueda de propósito y motivación hacia el aprendizaje, para gestionar los retos y cambios y armonizarlos con sus propios objetivos") donde se añade el ámbito emocional del individuo como base conseguir los objetivos propuestos en su desarrollo personal y formativo. Sin embargo, ninguno de los criterios de evaluación asociados a esta competencia está relacionado directamente con este descriptor.

## **5.- DE LAS PRUEBAS PISA A LA COMPETENCIA CIENTÍFICA**

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, *Programme for International Student Assessment*) de la OCDE empezó su andadura en el año 2000, evaluando la competencia lectora, en la siguiente convocatoria la competencia matemática y en 2006 se evaluó la competencia científica, incorporándose, como novedad, la evaluación de las actitudes de los alumnos hacia las ciencias, con preguntas integradas en la prueba cognitiva. En la edición del 2015 se empleó el formato digital, por lo que, por primera

vez, se pudo evaluar la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo una investigación científica mediante el diseño (simulación) de experimentos, y para interpretar la evidencia resultante.

PISA establece un nivel básico (nivel 2, en una escala en la que el 6 representa el nivel máximo y 1b, el mínimo) a partir del cual los participantes empiezan a demostrar capacidades que les permitirán participar de manera efectiva y productiva en su vida como estudiantes, trabajadores y ciudadanos. Las ampliaciones incorporadas al marco de ciencias de PISA para el desarrollo (PISA-D) representan un intento de obtener más información sobre los estudiantes cuyo rendimiento se encuentra actualmente en niveles iguales o inferiores al nivel 1 (1a, 1b, 1c), para contribuir a la supervisión y consecución del ODS relativo a la educación, poniendo énfasis en no dejar a nadie atrás. PISA-D se basa en el marco de ciencias de PISA 2015.

Se define la competencia científica en PISA 2015 como “capacidad de involucrarse en temas relacionados con la ciencia y las ideas científicas, como ciudadano reflexivo. Una persona con conocimientos científicos está dispuesta a participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, lo cual requiere competencias para explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar una investigación científica e interpretar datos y pruebas científicas”. Y se evalúa el rendimiento del alumnado en la ciencia a través de preguntas relacionadas con contextos, conocimiento y competencias.

Los contextos que se emplean para dotar de sentido y utilidad el aprendizaje del alumnado además de engancharlo emocional y cognitivamente se clasifican en:

- Cotidiano: situaciones que se dan en el día a día del alumnado.
- Utilitario: situaciones que no están en su vida diaria, pero son susceptibles de producirse.



- Aficiones y ocio: contextos relacionados con actividades que pueda realizar el alumnado como medio de distracción o de disfrute.
- Fantasía: contextos producto de la imaginación, que no se corresponden con situaciones reales o plausibles.
- Académico: contextos de evaluación que no tienen sentido fuera del ámbito escolar.

Una misma prueba puede exhibir varios contextos a la vez, por lo que no son excluyentes entre sí. En el artículo publicado por Rosales y col. (2020), se observa el porcentaje de contextos en las pruebas PISA de Biología y Geología del 2000 al 2015, siendo los más frecuentes el utilitario (48%) y el cotidiano (26%), seguidos del académico (14%) y del contexto de aficiones y ocio (12%). Concluyen que el alto porcentaje de contexto cotidiano y utilitario es coherente con las recomendaciones que se vienen dando para obtener un aprendizaje significativo y fomentar el interés general por el aprendizaje de las ciencias. Lo ideal sería que el contexto de aficiones y ocio sobrepasara al académico debido a su elevado potencial motivador ya que permitiría al alumnado ver cómo lo que hacen en su tiempo libre está relacionado con lo que aprenden en el centro educativo. Aunque existen numerosas referencias a contenidos de ciencias en películas, libros o cómics no se ha detectado el contexto fantasía en ninguna prueba revisada, incrementarlo supondría dotar al alumnado de espíritu crítico frente a series de ciencia-ficción.

Estos contextos están relacionados con las situaciones de aprendizaje que se definen en el artículo 2f) de Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, como "situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas". Por lo que el profesorado ha de realizar un esfuerzo en ir empleado cada vez un número mayor de contextos que motiven y atrapen el interés del

alumnado por la materia de Física y Química, sobre todo en el contexto fantasía.

Los diferentes tipos de conocimiento que se evalúan en las pruebas PISA son tres:

- Conocimiento de contenido: conocimiento de hechos, conceptos, ideas teorías sobre el mundo natural establecido por la ciencia.
- Conocimiento procedimental: conocimiento de prácticas y conceptos en los que se basan las investigaciones empíricas (repetición de medidas, control de variables y procedimientos para representar y comunicar los datos).
- Conocimiento epistémico: implica comprender la función que desempeñan en la ciencia las preguntas observaciones, teorías, hipótesis modelos y argumentos; reconocen la variedad de formas de la investigación científica y comprender el papel que desempeña la revisión entre pares en el establecimiento de conocimientos fiables.

Las personas necesitan las tres formas de conocimiento científico para llevar a cabo las tres competencias de la competencia científica. No se basa solamente en el conocimiento de contenido, sino que abarca una visión más amplia de la clase de conocimiento de la ciencia que se requiere de ciudadanos completamente comprometidos.

La competencia científica se desglosa en tres:

- Explicar fenómenos científicamente.
- Interpretar datos y pruebas científicamente.
- Evaluar y diseñar investigaciones científicas.

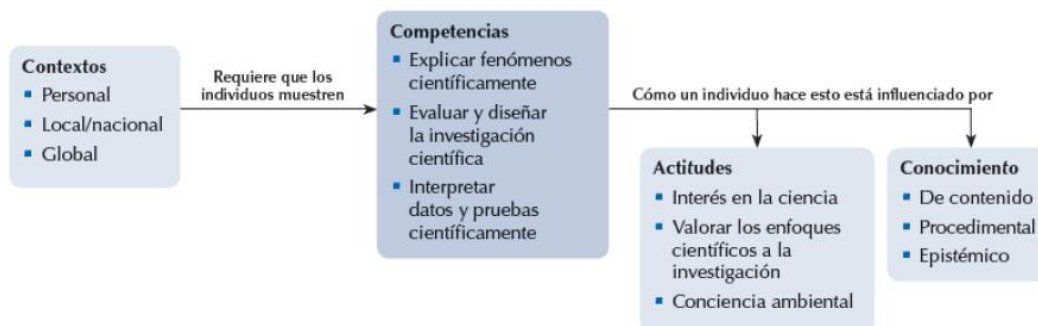
Estas tres competencias requieren conocimientos. La primera competencia exige conocimiento de contenido, las dos últimas requieren conocimiento

procedimental y las tres competencias requieren un conocimiento epistémico.

Tanto el conocimiento procedimental como el epistémico son necesarios para identificar las preguntas que son susceptibles de investigación científica, para juzgar si se han utilizado los procedimientos apropiados para asegurar que las demandas están justificadas, y para distinguir las cuestiones científicas de los asuntos relacionados con los valores o las consideraciones económicas. Esta definición de competencia científica supone que, durante toda su vida, los individuos tendrán que adquirir conocimientos, no a través de investigaciones científicas, sino a través del uso de recursos tales como bibliotecas e internet. El conocimiento procedimental y el epistémico son esenciales para decidir si las muchas demandas de conocimiento y comprensión que impregnan los medios contemporáneos se basan en el uso de procedimientos apropiados y están justificadas.

Además, la perspectiva basada en la competencia también reconoce que hay un elemento afectivo en la demostración de estas competencias por parte del estudiante: las actitudes o la disposición de los estudiantes hacia la ciencia determinarán su nivel de interés, mantendrán su compromiso y pueden motivarlos a pasar a la acción (Schibeci, 1984). Por lo tanto, la persona con conocimientos científicos normalmente tendría un interés en temas científicos; se comprometería con cuestiones relacionadas con la ciencia; se preocuparía por los problemas de la tecnología, los recursos y el medio ambiente; y reflexionaría sobre la importancia de la ciencia desde una perspectiva personal y social. Este requisito no significa que estas personas estén necesariamente dispuestas a convertirse en científicos sino más bien que estas personas reconocen que la ciencia, la tecnología y la investigación en este campo son un elemento esencial de la cultura contemporánea que enmarca gran parte de nuestro pensamiento.

Por tanto, la competencia científica de PISA 2015 que se emplea en PISA-D consta de cuatro aspectos relacionados: contextos, competencias, conocimientos y actitudes, como se muestra en la imagen 3.



**Imagen 3. Interrelaciones entre los cuatro aspectos del marco de evaluación de la competencia científica en PISA 2015.**

Fuente: OCDE (2016a), *Marco y pruebas de evaluación de PISA 2015*,

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>.

En el informe PISA-D (OCDE, 2017) y también en el informe PISA 2018 (OCDE, 2019) se muestra una herramienta que permite recoger la información de las pruebas en cuanto a dos dimensiones: conocimiento y competencias, como se ilustra en la imagen 4. Además, cada elemento puede rastrearse empleando una tercera dimensión basada en la profundidad o nivel de conocimiento. Esta última dimensión permite categorizar la demanda cognitiva de los elementos o ítems en baja, media o alta. Esto proporciona un medio para hacer operativa la demanda cognitiva, ya que cada pregunta se puede categorizar en función de la realización de demandas de los siguientes tipos:

- Bajas. Llevar a cabo un procedimiento de una etapa, por ejemplo, recordar un hecho, una palabra, un principio o concepto, o localizar un punto único de información en un gráfico o tabla.

- Medias. Utilizar y aplicar el conocimiento conceptual para describir o explicar fenómenos, seleccionar procedimientos adecuados que impliquen dos o más etapas, organizar los datos/la visualización, interpretar o utilizar conjuntos de datos simples o gráficos.
- Altas. Analizar información y datos complejos; sintetizar y evaluar pruebas; justificar; razonar, proporcionar varias fuentes; desarrollar un plan o secuencia de pasos para abordar un problema.

		Competencias			Profundidad del conocimiento		
		Explica fenómenos científicamente	Evalúa y diseña la investigación científica	Interpreta información y evidencias científicas	Bajo	Medio	Alto
Conocimiento	Conocimiento teórico						
	Conocimiento práctico						
	Conocimiento epistemológico						

**Imagen 4. Marco de exigencia cognitiva**

Fuente: OCDE (2017), *Marco de evaluación y de análisis de PISA 2015 para el desarrollo*.

En la tabla 4, se muestra la relación entre los diferentes tipos de conocimiento con las competencias científicas abordadas en las pruebas PISA y las competencias específicas de Física y Química establecidas en el marco legislativo actual y que los docentes deben abordar para que el alumnado adquiera una alfabetización científica que los capacite como ciudadanos responsables y comprometidos con la sostenibilidad.

Conocimiento	Competencia científica PISA	Competencias Específicas de Física y Química (LOMLOE)
De	Explicar los fenómenos	CE1, CE4

contenido	científicamente	
Procedimental	Interpretar datos y pruebas científicamente	CE3
Procedimental	Evaluar y diseñar una investigación científica	CE2, CE5, CE6

**Tabla 4. Relación entre tipos de conocimiento, competencia científica (PISA) y competencias específicas.**

## 6.- EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

El estudio muestral de las pruebas PISA ha ido explorando diversas competencias a través de sus distintas ediciones.

En el último informe PISA 2018, se indica que la competencia global tiene como objetivo proporcionar una visión integral de los esfuerzos de los sistemas educativos para crear ambientes de aprendizaje que inviten a los jóvenes a comprender el mundo más allá de su entorno inmediato, interactuar con otros con respeto hacia sus derechos y su dignidad, y tomar medidas hacia la construcción de comunidades sostenibles y prósperas. La educación para la competencia global se basa en las ideas de distintos modelos de educación global, como la educación intercultural, la educación para la ciudadanía global y la educación para la ciudadanía democrática (UNESCO 2014b, Consejo de Europa 2016a). A pesar de las diferencias en su enfoque y alcance, estos modelos comparten un objetivo común para fomentar la comprensión del mundo por parte de los alumnos y capacitarlos para expresar sus puntos de vista y participar en la sociedad (Marco de competencia global, PISA 2018).

En el marco de la competencia global, se pretende que las personas sean capaces de aplicarlas en su vida cotidiana en diferentes aspectos:

- 1) la capacidad para analizar problemas y situaciones de importancia local, global y cultural (p. ej. pobreza, interdependencia económica, migración, desigualdad, riesgos ambientales, conflictos, diferencias culturales y estereotipos);
- 2) la capacidad para comprender y apreciar perspectivas y visiones del mundo diferentes;
- 3) la capacidad de establecer interacciones positivas con personas de diferentes contextos nacionales, étnicos, religiosos, sociales o culturales, o de distinto sexo;
- 4) la capacidad y disposición para adoptar medidas constructivas hacia el desarrollo sostenible y el bienestar colectivo.

Los sistemas educativos han ido adaptándose al marco educativo actual para que los presentes y futuros ciudadanos adquieran valores democráticos, de igualdad y cohesión social, participen activamente en distintos ámbitos, prosperen dentro una economía sostenible y se realicen tanto personal, social como profesionalmente.

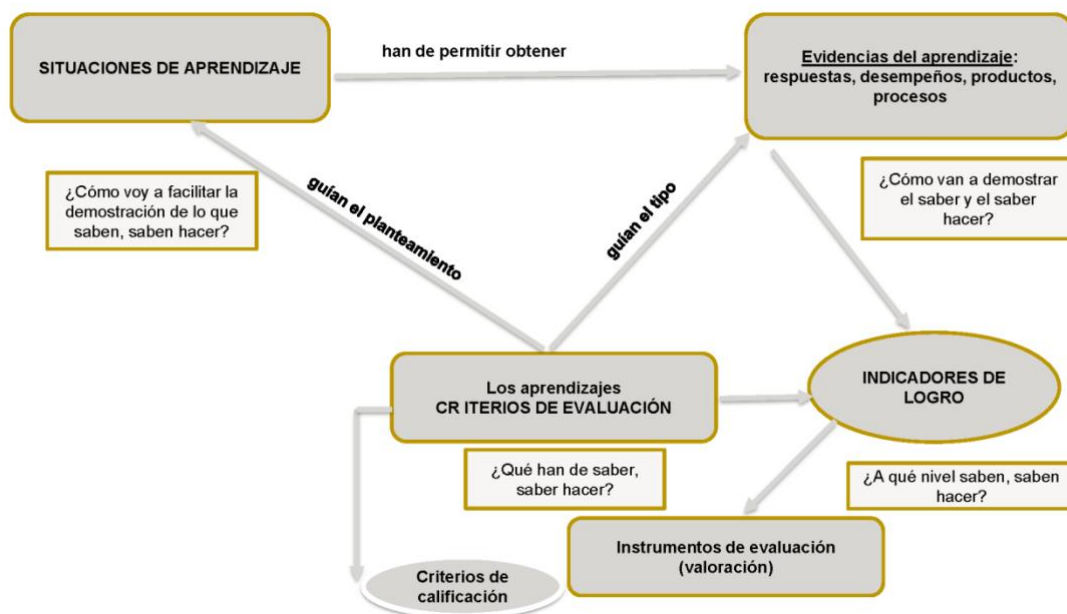
He aquí el reto añadido a la implantación de la actual ley y que va vinculado al currículo competencial. Además del ámbito cognitivo, es en las competencias relacionadas con aspectos sociales, emocionales y cívicos donde nos enfrentamos a una dificultad añadida debido a la falta de elementos o herramientas necesarias para evaluar las mismas (*El enfoque del currículo por competencias. Un análisis de la LOMLOE*. Dr. Francisco López Rupérez, 2022).

Su aplicación efectiva en la tarea docente no se está viendo reflejada por ahora ya que se sigue inmerso en un modelo en el que la evaluación de los conocimientos tiene un peso específico predominante sobre esos otros aspectos. Incluso se podría afirmar que en algún momento se ha realizado una evaluación por competencias de forma subrepticia, pero sin quedar explícita o concreta en las programaciones didácticas.

La falta de formación e información al profesorado, la alta dosis de burocracia, las ratios de alumnado en las aulas y la premura para llevar a cabo la elaboración de las correspondientes programaciones en base a la normativa vigente son algunas de las dificultades para la puesta en escena de la misma. A ello se añade cómo realizar la evaluación de los criterios según cada materia empleando diferentes instrumentos de evaluación a través de situaciones de aprendizaje que se precisan diseñar apropiadamente según el contexto del centro, aula o alumno. Una labor inmensa en todos los sentidos.

Sería un error tomar como punto de partida en este proceso los saberes básicos que han de impartirse y obtenerse por parte del alumnado, ya que se seguiría trabajando en un modelo cognitivo obsoleto e incompleto. Teniendo en cuenta los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas de la materia se han de plantear las situaciones de aprendizajes apropiadas para observar las evidencias del aprendizaje que serán evaluadas mediante los susodichos instrumentos variados (rúbricas, pruebas objetivas, listas de cotejo...). Aquí cabe indicar que en la materia de Física y Química hay saberes básicos en los que dichas situaciones son más fácilmente elaborables, tales como la energía, la interacción y el cambio ya que se pueden relacionar con cuestiones del entorno, desarrollo sostenible y tecnológico; mientras que otros bloques pueden resultar algo más complejos como en el bloque de la materia donde algunos conceptos son más abstractos y menos visibles especialmente para el alumnado de niveles inferiores.





### **Imagen 5. Relación entre los elementos curriculares**

*Fuente: Educastur "Orientaciones para la elaboración de las concreciones curriculares y programaciones docentes de educación secundaria obligatoria y bachillerato".*

En definitiva, es necesaria una reflexión profunda, calmada y con tiempo para concretar los diferentes elementos programables del currículo. Es precisa una gran labor de creatividad e innovación del docente para diseñar las situaciones de aprendizaje contextualizadas junto con las diferentes tablas para posteriormente evaluar/calificar objetivamente según los criterios de evaluación establecidos con sus indicadores de logro correspondientes.

Los cambios que se han de plantear respecto al modelo de enseñanza-aprendizaje empleado hasta ahora deben constituir un reto para el profesorado para intentar mejorar la calidad de la educación y no han de impedir que se vayan dando los primeros pasos para conseguir el objetivo fundamental que es formar ciudadanos para una sociedad globalizada, cambiante, tecnológica, diversa, democrática y sostenible.

## **EPÍLOGO: COMO EL CARBONO, C, DIAMANTE, NO FALLA**

En la carrera profesional de muchos docentes, ha habido muchas “metas volantes” e intentos de cambios de ruta, muchos laberintos, muchos cambios legislativos y normativos tal vez demasiados y, al final ya, cansados, hartos de tanto mareo, nos quedamos en “voy a ver cómo quedan mis asignaturas con la nueva ley-normativa *whatever*”. Con tantos significantes nuevos hay veces que nos sentimos como la partícula en la caja de la que tanto se habla en la Química Cuántica, yendo de un lado a otro con escasas probabilidades de salir. Quisiéramos que nos dejaran ser duales, como la luz a veces onda y a veces corpúsculo y nos dejaran viajar a mayor y mejor velocidad sin que nos pidan que hagamos magia de colores para conseguir fines que nos perfilan. Inducen en nosotros, como dice la teoría de campos, cambios metodológicos que nada ni nadie quiere evaluar, medir ni analizar, aunque solo fuera para aprender lo que no hay que hacer.

¿Qué aportaremos al ciudadano competente del siglo XXI desde nuestras áreas de conocimiento?, pues seguramente serán más criterios y valores que competencias. Más rasgos carácter y habilidades relacionadas con el avance del conocimiento que saberes; más gusto por hacer bien las cosas y hacer el bien que saber si está todo bien, aunque también lo intentaremos. Y sobre todo y lo que puede ser importante de verdad: lo que no es ni cierto ni válido ni necesario. No sabemos todo lo anterior se clasifica en competencias generales, específicas o subespecie, pero son necesarias. Pero lo que al menos yo quisiera es que el virus de la curiosidad y el machete para desbrozar el bosque o selva y poder llegar a ver qué hay detrás se quede con algunos de nuestros alumnos y continúe avanzando el conocimiento para vivir cada día más y mejor y cuantos más, mejor.

Así que lo más probable es que, como decía antes, salgamos de esta de perfil y todos haremos lo que nuestro mejor entender nos permita. Total,

como nadie va a decirnos si lo hacemos bien mal o regular... solo las próximas generaciones y lo que sean capaces de desempañar a lo largo de sus vidas, nos darán la razón o nos la quitaran. Nos adaptaremos para evolucionar y sobrevivir a un nuevo laberinto, pero cada vez con más incertidumbres.

Repasando mi ciencia *mater*, la Química, siempre encuentro respuestas y una vez más es así. Esta vez están en el conocido como Principio de Le Châtelier: cualquier modificación en un equilibrio químico hace que éste reaccione para recuperar el equilibrio que ha perdido.

Con lo bien que lo dice Le Châtelier, confiemos y no sucumbamos porque no quiero que ni yo ni mis alumnos salgamos perfilados ni de perfil. Un Principio es para siempre, como un Teorema, como el Carbono, C, diamante, carbono puro, cristalizado a alta presión y temperatura, duro como nadie. No falla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y NORMATIVAS

- Esteban Bara, F. y Gil Cantero, F. (2022). *Las finalidades de la educación y la LOMLOE: cuestiones controvertidas en la acción educativa*. <https://doi.org/10.22550/REP80-1-2022-04>.
- INEE (2019) PISA 2018 Marco de competencia global. Estudio PISA. Preparar a nuestros jóvenes para un mundo inclusivo y sostenible. PISA 2018.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- *LOMLOE. Materiales de apoyo. Documentos*. Educastur. <https://www.educastur.es/lomloe-materiales-apoyo-documentos/>
- López Rupérez, F. (2022). *El enfoque del currículo por competencias. Un análisis de la LOMLOE*. <https://doi.org/10.22550/REP80-1-2022-05>
- OCDE (2017), *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. Versión preliminar, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2019), *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- *PISA*. INEE | Ministerio de Educación y Formación Profesional. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa.html>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Rosales Sánchez, E. M., Rodríguez Ortega, P. G., y Romero Ariza, Marta (2020) *Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 17(2), 2302. DOI: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2020.v17.i2.2302.
- Unión Sindical de Inspectores de Educación. [Supervisión 21](http://www.usie.es/SUPERVISION21/2015_38/SP_21_38_Articulo_Leyes_educacion_ultimos_200_anyos_Berengueras_y_Pont). [http://www.usie.es/SUPERVISION21/2015\\_38/SP\\_21\\_38\\_Articulo\\_Leyes\\_educacion\\_ultimos\\_200\\_anyos\\_Berengueras\\_y\\_Pont](http://www.usie.es/SUPERVISION21/2015_38/SP_21_38_Articulo_Leyes_educacion_ultimos_200_anyos_Berengueras_y_Pont)