



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

LA CONSTRUCCIÓN DEL LENGUAJE EN QUÍMICA: DEL ÁTOMO AL SISTEMA PERIÓDICO

Alumna: Peña Rueda, Marta

Tutor: Prof. D. Francisco Partal Ureña
Dpto: Química Física y Analítica

Junio, 2022

RESUMEN

Uno de los principales objetivos más ambiciosos de las ciencias es lograr una descripción total del mundo que nos rodea y traducirlo al lenguaje cotidiano. Ante la inmensidad aparente de la Tabla Periódica, ésta constituye el pilar fundamental que ha favorecido la construcción de un lenguaje Químico universal. Es por ello que, el aprendizaje consciente de la misma y de todo lo que involucra es, en parte, la clave para superar con éxito la comprensión de la materia.

Ante dicho reto, este Trabajo Fin de Máster presenta una propuesta para el desarrollo de la Unidad Didáctica "El átomo y Sistema Periódico" de la materia Física y Química, destinada al alumnado de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, desde una perspectiva alejada de lo tradicional. Para tal fin, en primer lugar, se ha realizado una revisión epistemológica sobre el origen y evolución de los átomos y elementos, hasta llegar a la actual Tabla Periódica. A continuación, se desarrolla una programación didáctica en la que se ofrecen una gran variedad de actividades cuyo objetivo es el fomento del interés del alumnado, haciéndolo partícipe de su propio aprendizaje y, sobre todo, potenciando el desarrollo de numerosas capacidades y habilidades sociales.

Palabras clave: Átomo · Ley Periódica · Sistema Periódico · Metodologías de innovación · Aprendizaje cooperativo · Aprendizaje por indagación · Aprendizaje significativo

ABSTRACT

One of the most ambitious goals of science is to achieve a complete description of the world that surrounds us and to translate it into everyday language. Given the apparent immensity of the Periodic Table, it constitutes the main basis that has encouraged the construction of a universal chemical language. For this reason, conscious learning of the Periodic Table and all that it involves is, partially, the key to successfully overcoming the understanding of the subject.

Faced with this challenge, this Master's Thesis presents a proposal for the development of the didactic unit "The atom and Periodic System" of the subject Physics and Chemistry, aimed at students in the 4th grade of Compulsory Secondary Education, from a non-traditional perspective. To this end, firstly, an epistemological review has been carried out regarding the origin and evolution of atoms and elements, up to the current Periodic Table. Next, a didactic program is developed in which a wide variety of activities are offered to encourage students' interest, making them participants in their learning and, above all, fostering the development of numerous abilities and social skills.

Keywords: Atom · Periodic Law · Periodic System · Innovative methodologies · Cooperative learning · Inquiry-based learning · Meaningful learning

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	2
2.1.	En busca la composición de la materia. El mundo simbólico	2
2.2.	Hacia lo indivisible: el Atomismo	3
2.3.	El renacimiento del concepto de átomo. Química moderna	4
2.4.	El descubrimiento de la estructura atómica	8
2.5.	Necesidad de orden de los elementos. Primeros intentos de clasificación	13
2.6.	Hacia la Tabla Periódica de Mendeléiev	14
2.7.	Las otras formas de la Tabla Periódica.....	18
3.	FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA	21
3.1.	Aprendizaje cooperativo	22
3.2.	Rutinas de pensamiento	23
3.3.	Aprendizaje por indagación (ABI).....	24
3.4.	Flipped Classroom	25
3.5.	Recursos TIC	25
4.	PROYECCIÓN DIDÁCTICA	26
4.1.	Justificación	26
4.2.	Legislación educativa de referencia	27
4.3.	Contextualización del centro y aula	27
4.4.	Objetivos	29
4.4.1.	Objetivos generales de etapa	29
4.4.2.	Objetivos generales del área de Física y Química.....	31
4.4.3.	Objetivos específicos de la Unidad Didáctica	31
4.5.	Contribución a la adquisición de las competencias clave	32
4.6.	Contenidos	34
4.7.	Metodología	36
4.7.1.	Temporalización.....	36
4.7.2.	Descripción y secuenciación de las sesiones	39
4.7.3.	Materiales y recursos.....	53
4.7.4.	Atención a la diversidad.....	53
4.8.	Evaluación	54
4.8.1.	Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	55

4.8.2. Instrumentos y criterios de evaluación	58
4.8.3. Evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje	60
5. CONCLUSIONES.....	61
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXO I. Rutina de pensamiento KWL (<i>Know – Want – Learn</i>)	65
ANEXO II. Cuestionario Inicial	66
ANEXO III. Evolución histórica de los modelos atómicos. Línea del tiempo	69
ANEXO IV. Aprendizaje cooperativo: 1-2-4	71
ANEXO V. Flipped Classroom	73
ANEXO VI. Rutina de pensamiento: Compara y contrasta	76
ANEXO VII. Kahoot! Repaso Tabla Periódica	77
ANEXO VIII. Tabla Periódica muda	80
ANEXO IX. Actividades de repaso	81
ANEXO X. Propiedades periódicas	85
ANEXO XI. Rúbrica para evaluar el trabajo en grupo.....	87
ANEXO XII. Rúbrica para valorar el trabajo del docente.....	88
ANEXO XIII. Examen final	89
ANEXO XIV. Rúbrica para valorar la actitud y participación	93

1. INTRODUCCIÓN

El Trabajo Fin de Máster que se presenta a continuación, se enmarca en el Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Jaén, correspondiendo a la especialidad “Física y Química”. Este Máster, trata de formar a los futuros docentes y prepararles para su futura vida laboral, dotándoles de capacidades imprescindibles para desempeñar su labor en el arte de enseñar.

El aprendizaje de las ciencias en general, y de las materias de Física y Química en particular, son una parte integral de la educación secundaria. El estudio de dichas materias se reconoce como indispensable en la actualidad, ya que la ciencia y la tecnología forman parte de nuestra vida cotidiana. Ya desde etapas previas de Educación Primaria, el alumnado comienza a familiarizarse con conocimientos básicos sobre Ciencias de la Naturaleza. Sin embargo, no es hasta segundo o tercer curso de Educación Secundaria cuando el aprendizaje de ciencias comienza a hacerse más formal y encaminado a dotar al estudiantado de capacidades y destrezas específicas de esta disciplina. A pesar de ello, existen muchas evidencias de que la instrucción de esta asignatura no proporciona resultados suficientemente satisfactorios. Esto ocurre dado que el conocimiento adquirido sobre la Física y la Química es, a menudo, esquemático e inadecuado para la resolución de problemas fuera del aula, hasta el punto en que los/las estudiantes pueden llegar a considerar que todos estos conceptos no son aplicables en la vida real.

Para hacer frente a esta evidente problemática, en esta Memoria se expone una propuesta de intervención que recoge una serie de metodologías y actividades enfocadas a abordar uno de los temas base de esta materia: *el átomo y el Sistema Periódico*. Los contenidos desarrollados en dicha unidad didáctica resultan imprescindibles para lograr un resultado satisfactorio en el aprendizaje de la Física y Química, pues son el origen de la construcción del lenguaje en Química. En concreto, la propuesta didáctica está destinada a alumnos y alumnas de 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria, atendiendo a la legislación educativa andaluza y española de ámbito estatal en vigor en Andalucía para el curso 2021/2022.

2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

2.1. En busca la composición de la materia. El mundo simbólico

Desde el Paleolítico, el hombre más primitivo ya era capaz de observar e identificar fenómenos del universo que hacían que “la naturaleza cambiara”. Lejos de lograr una explicación, asumía que todas estas manifestaciones tenían su origen en lo sagrado, produciéndose por acción de fuerzas sobrenaturales que no eran más que fruto de la reencarnación de las divinidades.

No fue hasta principios del siglo VI a. C. cuando los pensadores griegos se empezaron a cuestionar de forma racional el *porqué* de todas esas transformaciones, dirigiendo su atención hacia la estructura de los materiales que componen el Universo. Producto de dicha observación, intentaban explicar el mundo y la vida a través del razonamiento, tratando de establecer teorías acerca de la materia que permitieran clasificar y ordenar los cuerpos. El punto de partida no fue más que la transición del caos primitivo al cosmos, que, a diferencia del anterior, estaba gobernado por las leyes de la naturaleza. Frente a dicho concepto de cambio, los filósofos presocráticos plantearon la existencia de algo inmutable a partir del cual surgiría todo lo demás. **Tales de Mileto** (aprox. 624 – 546 a. C.), iniciador de la *escuela de Mileto* y padre de la filosofía griega, admitía que el **agua** era el principio general del universo, idea que también se defiende en el libro bíblico del *Génesis*. Sin embargo, sus sucesores negaron al agua como sustrato inicial, estableciendo otros principios distintos, aunque, en cualquier caso, también únicos. El elemento precursor de toda la materia para **Anaxímenes de Mileto** (aprox. 585 – 524 a. C.), era el **aire**. Según sus ideas, la generación de todas las sustancias se basa en los mecanismos de condensación y rarefacción: mediante condensación del aire se generan las nubes; si éstas se condensan, forman el agua; la condensación del agua constituye el hielo, la tierra; y, por último, la condensación de la tierra da lugar a la formación de piedras y minerales; la rarefacción constituye el proceso inverso. En cierto sentido, Anaxímedes identifica el aire con el alma y, aplicando terminología moderna, fue un primer intento de explicación de lo cualitativo con base en lo cuantitativo (Peña-Hueso et al., 2006).

Con el debilitamiento de la escuela de Mileto, destacaron filósofos como **Heráclito de Éfeso** (aprox. 540 – 480 a. C.) quien sostenía que el elemento precursor era el **fuego**, y **Pitágoras de Samos** (aprox. 569 – 475 a. C.), fundador en Sicilia de la *escuela pitagórica*. Dado que uno de los mayores intereses de este último se centró en las matemáticas, consideró los **números** como único principio. Sin embargo, **Parménides de Elea** (aprox. 540 – 470 a. C.), fundador de la *escuela eleática*, niega las ideas de los anteriores filósofos en relación al movimiento y el cambio, sosteniendo que solo existe una realidad estática, que no se transforma. A esa única realidad, Parménides le denomina el **ser**, concebida como una esfera perfectamente simétrica, homogénea, indivisible, atemporal, compacta y sin movimiento ni cambios, a la cual solo se puede acceder mediante la razón, y no a través de los sentidos.

Posterior a esta escuela, **Empédocles de Agrigento** (aprox. 495 – 430 a. C.) se convertiría en uno de los más destacados filósofos de la naturaleza, impulsando las explicaciones “pluralistas” que suprimen la concepción “monista” de que las cosas se forman a partir de un único elemento. Así pues, además de los elementos de aire, agua y fuego, incluye el de **tierra**. La mezcla continua de estos cuatro elementos sería para Empédocles el origen de todas las sustancias del mundo sensible que, además, jamás se mezclarían de forma aleatoria, sino por acción de dos formas opuestas: dos fuerzas cósmicas de atracción-repulsión (Althoff, 2012). Esta doctrina fue aceptada años después por **Aristóteles de Estagira** (aprox. 384 – 322 a. C.). Aristóteles se basa en su idea de que la sustancia se forma por una materia (*hylé*) que se puede moldear, infundiéndole las propiedades opuestas fundamentales de calor y frío, humedad y sequedad. Halló que estas cuatro cualidades se podían aplicar a todos los objetos y que, combinándolas dos a dos, se originaban cada uno de los cuatro elementos descritos por Empédocles: frío y humedad originan el agua; calor y humedad, el aire; frío y sequedad, la tierra; y calor y sequedad, el fuego. Esta idea se representa mediante un cuadrilátero en que cada vértice corresponde a un elemento, disponiendo los elementos colindantes una cualidad fundamental común (Figura 1).

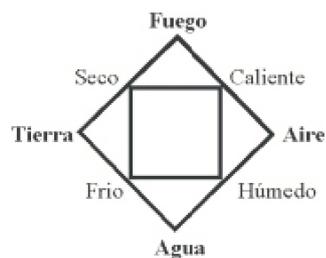


Figura 1. Los cuatro elementos y sus propiedades según Aristóteles (Peña-Hueso et al., 2006)

A estos cuatro elementos, Aristóteles añadió otro de carácter inmaterial considerado como el constituyente de los cielos, el **éter** (que posteriormente pasó a denominarse *quintaesencia*), muy diferente al resto de elementos por su concepción de elemento perfecto y eterno (Peña-Hueso et al., 2006). La influencia de estas ideas aristotélicas fue trascendental durante la Edad Media mediante la filosofía escolástica, impulsando el pensamiento humano durante dos mil años y perdurando hasta el siglo XVIII con la aparición de la Química moderna.

2.2. Hacia lo indivisible: el Atomismo

Los filósofos griegos, en su afán de estudiar la divisibilidad de la materia, se cuestionaban qué sucedería si continuaban separando la materia en trozos cada vez más pequeños. ¿Habría algún punto en el que tuvieran que detenerse dado que los trozos dejarían de tener las mismas propiedades que el conjunto, o podrían seguir dividiéndola infinitamente? **Leucipo de Mileto** (s. V a. C.) y su discípulo **Demócrito de Abdera** (460 – 370 a. C.), propusieron que el mundo está constituido por partículas indivisibles que difieren en tamaño y forma. A esta partícula la denominaron *átomo* y a la doctrina que defiende dicha cuestión, *Atomismo*.

Desde su punto de vista, los átomos se mueven en el vacío y dotan a los elementos de propiedades diferenciadoras. Las sustancias estarían, pues, compuestas de varios átomos de distintos elementos, siendo capaces de convertirse en otras simplemente alterando la naturaleza de dicha mezcla. Sin embargo, esta teoría atómica fue completamente rechazada por Aristóteles, perdiéndose la mayoría de los escritos sobre la misma. Fue gracias al poema *De Rerum Natura* del poeta romano **Tito Lucrecio Caro** (99 – 55 a. C.), que esta doctrina atomista ha llegado hasta nuestros días. Según su relato, los átomos son las partículas últimas que constituyen todas las cosas. Están en constante movimiento y se presentan en una amplia variedad de formas, lo cual explica las diferentes características de los cuerpos que se conforman. Según Lucrecio, cualquier cambio sobrevenido debe explicarse de forma naturalista y mecánica en términos de movimiento, y no por las acciones de los dioses (Thagard & Toombs, 2005).

En este punto, es importante remarcar que las concepciones de los metafísicos sobre los elementos no pueden equipararse a la noción actual de elemento químico, definido por primera vez por Boyle en el siglo XVII. Sin embargo, los atomistas griegos fueron pioneros en sostener un principio de conservación como el que conocemos: *los átomos ni se crean ni se destruyen; estos componentes de la materia permanecen intactos desde el momento en que fueron creados*. Rebatido a Parménides, Demócrito quería demostrar la existencia del cambio. ¿Cómo es entonces posible correlacionar el concepto griego de átomo con las teorías modernas de la estructura atómica?

2.3. El renacimiento del concepto de átomo. Química moderna

Los escritos de Lucrecio fueron de nuevo desvelados en los siglos XVI y XVII por filósofos de gran influencia como Francis Bacon (1561 – 1626), Pierre Gassendi (1592 – 1655) y Robert Boyle (1627 – 1691). De entre ellos, **Gassendi** fue el primero en acuñar el concepto de molécula (Higueras, 2013). Para este filósofo francés, el tamaño o magnitud conforma una característica esencial de los átomos. Sin embargo, la agrupación de los mismos para formar cualquier sustancia no puede explicarse sin la presencia de otra propiedad diferente al tamaño o figura, que provoca que los átomos se “enreden” para formar lo que denominaba *moleculae*; a esta propiedad la llama *gravitas seu pondus* (gravedad o peso), explicada por él mismo en su obra *Syntagma Philosophiae Epicuri* (1649) como:

“ [...] esa facultad o fuerza natural e interna mediante la cual el propio átomo, por sí mismo, es capaz de ir de un sitio para otro y de moverse a sí mismo”.

Es decir, la única causa efectiva del mundo físico es el movimiento atómico. A pesar de ello, la idea de Gassendi aún se alejaba del concepto moderno de elemento químico. Poco después, en 1661, **Robert Boyle** publica su libro *The Sceptical Chymist* en el que rechaza las teorías sobre la existencia de los cuatro elementos aristotélicos (agua, aire, tierra y fuego). En su libro (Figura 2), menciona la definición de elemento que ofrecían los químicos de la época (Katz, 2018):

“Y, para evitar errores, debo advertir que ahora entiendo por Elementos, al igual que aquellos Químicos que hablan claramente de sus Principios, ciertos cuerpos Primitivos y Simples, absolutamente carentes de mezcla, que no están formados de ningún otro cuerpo, ni unos de otros, y que constituyen los Ingredientes de los que están compuestos todos los llamados cuerpos perfectamente mezclados, y en los que en última instancia éstos se descomponen: lo que ahora cuestiono es si existe algún cuerpo de este tipo que se encuentre permanentemente en todos y cada uno de los que se dice que son cuerpos Elementales”.

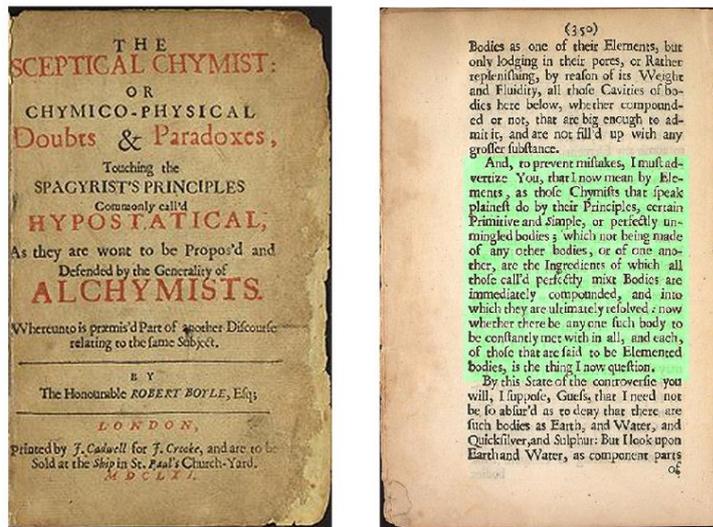


Figura 2. Fragmento del libro *The Sceptical Chymist* de Robert Boyle (Katz, 2018)

Con esta definición, Boyle proponía que todos los cuerpos estarían integrados por una misma materia de carácter universal pero, tal y como enuncia más adelante en su obra, con “*texturas distintas*”. Un siglo después, **Antoine Laurent Lavoisier** (1743 – 1794), revolucionó el mundo científico con su *Traité élémentaire de chimie* de 1789, el primer texto moderno de Química. Lavoisier estableció firmemente el concepto de elemento químico como *cuerpos simples que no se pueden descomponer*. Además de esto, muchos le consideran como “el padre de la Química Moderna” por sus dos grandes aportaciones: (1) la determinación de la conservación de la masa y (2) su tabla de sustancias simples. En esta lista (Figura 3), Lavoisier recogió todas las sustancias que él mismo consideró elementos según la definición previa de Boyle, siempre que no hayan podido ser descompuestas en otras más sencillas. Incluyó ciertos elementos que hoy día nos resultan familiares, tales como el oxígeno, hidrógeno o hierro (Linares, 2005).

	NOMS NOUVEAUX.	NOMS ANCIENS CORRESPONDANTS.
	Lumière.....	Lumière. Chaleur.
	Calorique.....	Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu.
Substances simples qui appartiennent aux trois règnes, et qu'on peut regarder comme les éléments des corps.	Oxygène.....	Matière du feu et de la chaleur. Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofète. Base de la mofette.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
Substances simples, non métalliques, oxydables et acidi-formes.	Radical muriatique.....	Inconnu.
	Radical fluorique.....	Inconnu.
	Radical boracique.....	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
	Cobalt.....	Cobalt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Étain.....	Étain.
Substances simples, métalliques, oxydables et acidi-formes.	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercure.....	Mercure.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
Substances simples, salifiables, terreuses.	Magnésie.....	Magnésie, base de sel d'Épsum.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

Figura 3. Tabla de los elementos de Lavoisier (Linares, 2005)

De esta forma, y aunque incluía erróneamente sustancias que en la actualidad conocemos como *compuestos* (por ejemplo, sílice SiO_2) y otras “no sustancias” como la luz y el calórico, no cabe ninguna duda de que constituye el primer intento de una tabla organizadora de los elementos químicos. A partir de entonces, parecía que todo se reducía a relacionar las propiedades de los materiales agregados con las de los simples, a partir de los cuales se originaban. Todo ello, sentó las bases para una teoría atómica que, por fin, podría explicar su comportamiento químico.

El primer argumento convincente sobre dicha teoría lo realizó en 1808 el químico inglés **John Dalton** (1766 – 1844). Tras numerosas mediciones en relación a las proporciones másicas, encontró que la forma en que los elementos se combinan para dar lugar a compuestos responde a ciertos patrones. Con sus resultados, Dalton postuló su hipótesis atómica que puede resumirse en (Atkins et al., 2006):

- La materia se conforma por partículas elementales sólidas e indivisibles denominadas átomos.
- Todos los átomos de un mismo elemento son idénticos.
- Las propiedades de los átomos de distintos elementos difieren en sus propiedades, incluida su masa.
- Si los átomos de más de un elemento se combinan entre sí, originan un compuesto.
- Durante las reacciones químicas, los átomos ni se crean ni se destruyen.

Sus dos últimos postulados daban explicación a los principios de composición constante y de conservación de la masa, permitiéndole además deducir la ley estequiométrica de las

proporciones múltiples (Boveri, 2014). Las reacciones químicas serían, por tanto, interpretadas por Dalton, como una reorganización de los átomos para dar lugar a nuevas asociaciones sin que éstos sufriesen alteración ninguna. Con todo ello, se entendía la materia como múltiples combinaciones de formas más simples a las que llamó **elementos químicos**, tal y como ya enunció Lavoisier. Un elemento sería, pues, una sustancia constituida por un único tipo de átomos.

Por otra parte, Dalton siguió profundizando en la nomenclatura química e introdujo por primera vez el uso de símbolos para identificar elementos diferentes. Así, la simbología de los compuestos sería el resultado de la yuxtaposición de la de los elementos correspondientes (Figura 4). En lugar de unidades mínimas de composición de la materia, sus átomos se reconocen ahora como unidades mínimas de combinación, y define los pesos atómicos como la mínima cantidad que, al fusionarse con un gramo de hidrógeno, dé lugar a la combinación más simple y estable. Utilizando el análisis del agua de Lavoisier determinó, por ejemplo, que el peso atómico del oxígeno era 5.66 (aunque con análisis posteriores le asignó 7), al atribuir la fórmula OH a la molécula de agua.

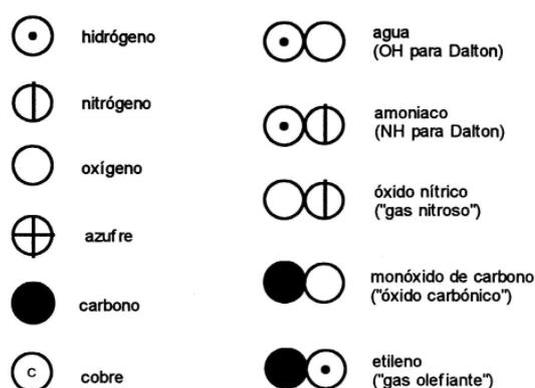
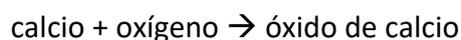


Figura 4. Algunos elementos y compuestos químicos definidos por Dalton (Esteban, 2010a)

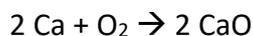
El objetivo principal era facilitar la expresión y visualización de las reacciones químicas. No obstante, a medida que se descubrían nuevos elementos, estos símbolos inducían a confusión y resultaban muy incómodos a los tipógrafos. A pesar de ello, el químico y médico sueco **Jöns Jacob Berzelius** (1779 – 1848) mantuvo la idea de representación de Dalton, diseñando posteriormente otro sistema más práctico que implementó alrededor de 1813. Mientras que el físico italiano **Alessandro Volta** (1745 – 1827) impulsó el descubrimiento de la pila eléctrica, Berzelius, no ajeno a dicho impacto, continuó sus investigaciones en temas sobre la electrolisis. En 1803, descubrió el *cerio*, un nuevo elemento al que le siguieron otros como *selenio* y *torio*, desencadenándose el aislamiento de muchos más que, en pocos años, se duplicaron en número. En su anhelo de organizar los elementos, Berzelius propuso la “*escala electroquímica*” para clasificar las sustancias en electropositivas y electronegativas, ordenando los elementos desde el más electropositivo (potasio) hasta el más electronegativo

(oxígeno), siendo el hidrógeno un elemento neutro; si bien, posteriormente se vio obligado a abandonar esta terminología. Para él, el oxígeno era el eje central de la química, por lo que propuso otra clasificación con base en el mismo. Con esta *clasificación dualística*, definió los óxidos básicos como aquellos formados por la unión de un metal con oxígeno; los óxidos ácidos, a través de la unión con un no metal; y sales neutras, que surgen por unión de un óxido básico con otro ácido (Esteban, 2010a).

Asimismo, y pesar de que Dalton definía como “espantosa” a la nueva simbología postulada por Berzelius, estableció las bases de la nomenclatura actual. Propuso el empleo de letras para representar a los elementos a partir de la primera letra de su nombre en latín o griego, siendo hidrógeno H y oxígeno O. Si en algún caso hubiera coincidencia de iniciales, emplearía dos letras del nombre: por ejemplo, oro (*aurum*) sería Au, y plata (*argentum*) Ag. Esto mismo se extrapolaba a la representación de los compuestos: CaO para el óxido de calcio, siendo posible señalar con un subíndice numérico la presencia de más de un átomo de un mismo elemento: CO₂ para el dióxido de carbono (Izquierdo et al., 2013). De esta forma, la Química se dotó de un sistema de escritura universal que ofrecía información, no solo de los elementos que tomaban parte en las reacciones químicas, sino de la cantidad y proporción relativa en que lo hacían. Las reacciones químicas pasaron de escribirse como:



a describirse y representarse como:



Como novedad, Berzelius se llegó a plantear que no existía ninguna fuerza que impidiera la división de los átomos. Naturalmente, de nuevo estas ideas fueron refutadas por Dalton. Era difícil imaginarse la materia como un todo que no estuviera formado por átomos indivisibles y compactos; a pesar de ello, el conocimiento de Berzelius en relación con la electricidad y de su interferencia con las sustancias, transformó la interpretación de estas partículas fundamentales.

2.4. El descubrimiento de la estructura atómica

La concepción de átomo como algo indivisible e invariable, perduró a lo largo de todo el siglo XIX. Dalton imaginaba los átomos como si de esferas se tratase, sin ninguna particularidad en especial. Hoy en día, sabemos que esa idea es errónea y que los átomos poseen una estructura interna, es decir, están contruidos a partir de partículas aún más pequeñas: las partículas subatómicas.

Siguiendo con el estudio de la electricidad y la corriente eléctrica, un gran número de científicos se centraron en analizar los múltiples fenómenos en los que estaba implicada. Uno de los resultados más destacados fue el descubrimiento de la fluorescencia. Dicho fenómeno ocurría al hacer incidir radiación procedente del cátodo (electrodo negativo) hacia el ánodo a lo largo de un tubo de vidrio. En 1874, **Sir William Crookes** (1832 – 1919), evidenció que

dichos rayos tenían la capacidad de mover una rueda de paletas, lo que le llevó a afirmar que la radiación, en realidad, se trata de materia. Posteriormente, esta radiación pasó a ser denominada *rayos catódicos* (originados en el cátodo) por **Eugen Goldstein** (1850 – 1930). **George Johnstone Stoney** (1826 – 1911), propuso en la Reunión de la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias (1874) que, la electricidad, estaba realmente compuesta de átomos con carga. Años después, en 1891, definió con el nombre de **electrón** (*ámbar*) a dicha unidad eléctrica fundamental (Izquierdo et al., 2013).

De forma casi coetánea, **Joseph John Thomson** (1856 – 1940) también investigaba la desviación de los rayos catódicos por acción de campos magnéticos y eléctricos. En 1897, al igual que Stoney, Thomson comprobó que estaban compuestos de partículas cargadas negativamente a las que denominó **corpúsculos** (él aún no hablaba de electrón), con velocidades extremadamente elevadas y una masa casi mil veces más pequeña que la del hidrógeno. Con sus experimentos, fue capaz de determinar el valor de e/m_e , esto es, la relación existente entre la carga del electrón e y su masa m_e , cuantificándola en $1,743 \times 10^{11}$ C/kg (Atkins et al., 2006). Conclusiones muy interesantes se extrajeron después mediante la comparación con los resultados calculados previamente por Faraday para el protón (H^+):

$$\begin{aligned} \text{carga/masa } H^+ &= 9,5724 \times 10^7 \text{ C/kg} \\ \text{carga/masa } H^+ &= 1,837 \text{ e}/m_e \end{aligned}$$

Por tanto, suponiendo que las dos partículas poseían igual masa, la carga del electrón debería ser 1,837 veces mayor que la del protón, refutando la concepción del electrón como la carga eléctrica más pequeña. Si ahora se suponía que ambos tenían igual carga, pero de signo opuesto, entonces la masa del H^+ sería 1,837 veces más grande que la del electrón. Más tarde, se demostró que esta última idea era la correcta. Así pues, el electrón fue la primera **partícula subatómica** descubierta, aunque aún no se conocía la correlación precisa entre átomo y electrón. En 1913, **Robert Andrews Millikan** (1868 – 1953), obtuvo un valor más acertado de la carga del electrón a partir de la observación de pequeñas gotas de aceite cargadas eléctricamente, fijándolo en $e = 1,6022 \times 10^{-19}$ C (Franklin, 1997).

Ahora bien, si el átomo es neutro y de él se pueden separar las partículas negativas, ¿por qué no se llegó a observar la emisión de partículas cargadas positivamente? Para Thomson, el átomo consistía en una esfera con carga positiva a modo de “nube difusa” con electrones flotando sobre la misma (Petrucci et al., 2011), anulándose sus cargas y dando lugar al átomo neutro (Figura 5).

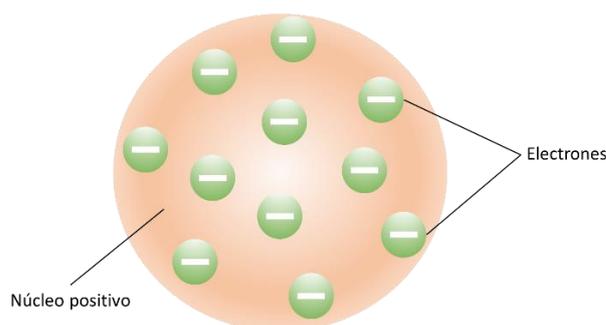


Figura 5. Modelo atómico de Thomson “*modelo del pudding de pasas*” (Elaboración propia)

Anteriormente en 1886, durante su investigación con los rayos catódicos, Goldstein observó pequeños haces de luz que se propagaban en sentido opuesto a los catódicos y que, sorprendentemente, eran dependientes de los materiales empleados. Thomson los denominó **rayos positivos**, y concluyó que se trataba de partículas cargadas positivamente (**iones**) cuya carga es igual o múltiplo a la del electrón (Izquierdo et al., 2013). Sin embargo, él no consideró la particularidad de que dichas partículas presentaban una u otra masa en función de las trazas de gases restantes en el tubo de descarga y que, por añadidura, poseían una masa tan grande como la de los átomos en relación a la del electrón. En 1914, **Ernest Rutherford** (1871 – 1937) postuló que la partícula positiva que tuviera la misma masa del hidrógeno sería considerada la más pequeña, ofreciéndole el nombre de **protón** (*primero*).

Pese a todo, el modelo atómico de Thomson no era aceptado plenamente. Con su experimento de la *lámina de oro*, Rutherford comprobó que la mayoría de los haces de partículas positivas (partículas α) bombardeadas hacia la lámina, la atravesaban sin desviarse. Sin embargo, observó que en torno a 1 de cada 10.000 partículas experimentaba desviaciones de 90° o más, e incluso algunas de ellas retrocedían en la misma dirección de procedencia. Según las teorías de Thomson, era de esperar que las partículas α colisionaran con el átomo y rebotase, ¿por qué ocurría entonces lo contrario? Estos resultados sugirieron un nuevo modelo nuclear del átomo (Figura 6): el átomo poseería un centro denso de cargas positivas (de tamaño pequeño), el **núcleo**, rodeado de un gran volumen de vacío exterior (**corteza**) en el que se mueven los electrones, a modo de sistema planetario (Rutherford, 1914).

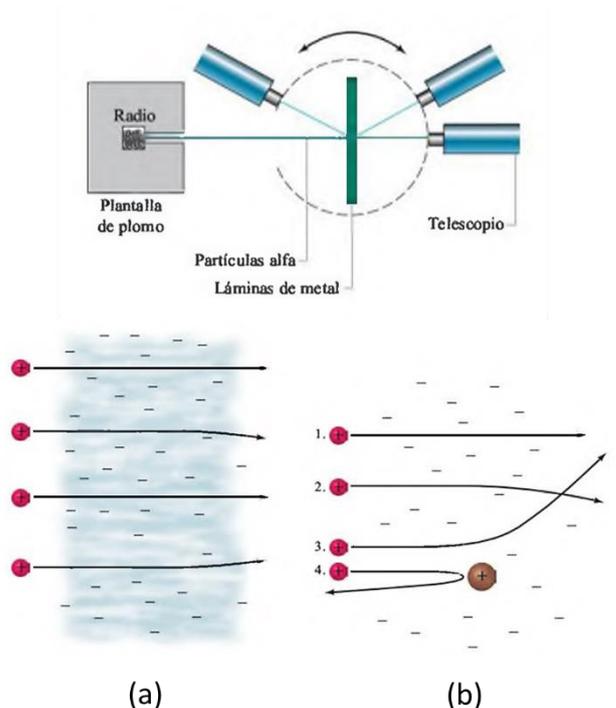
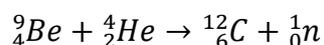


Figura 6. Dispersión de las partículas α por una lámina de metal (*arriba*) y explicación de los resultados de la experiencia de Rutherford (*abajo*): a) resultados esperados; b) explicación de Rutherford basada en el átomo nuclear (adaptado de Petrucci et al., 2011)

El núcleo debería desintegrarse por la repulsión ejercida entre los protones, unos sobre otros, si bien este último modelo no explicaba por qué ocurría justo lo contrario. Esto planteó la existencia de una tercera partícula subatómica, eléctricamente neutra, que formaría parte esencial del núcleo. Por sus propiedades eléctricas, se le denominó **neutrón**. Estas mismas propiedades impidieron su detección hasta el año 1932, cuando el físico **James Chadwick** (1891 – 1974), investigando la reacción ocurrida tras irradiar partículas α (${}^4_2\text{He}$) a átomos de berilio, reveló la aparición de otra partícula con la misma masa que el protón pero sin carga (Chadwick, 1932):



La existencia del neutrón llevó a los científicos a volver a reflexionar sobre la composición de las partículas α . **Werner Karl Heisenberg** (1901 – 1976) estableció que estarían formadas por dos protones y dos neutrones, lo cual explicaba su masa y carga y estaba en consonancia con las teorías descritas hasta entonces (Izquierdo et al., 2013).

Como solución a las evidentes contradicciones del modelo de Rutherford con las leyes del electromagnetismo, **Niels Bohr** (1885 – 1962) combinó dicha idea con la teoría cuántica de Planck, en un intento de conciliar la separación espacial entre electrones y núcleo. En 1913, empezó a estudiar el átomo de hidrógeno (con un solo electrón), suponiendo que se trataba de un átomo cuyo núcleo central era inmóvil, concentraba la inmensa mayoría de la masa

total del átomo y está cargado positivamente. A esta carga le llamó $Z e$, siendo Z el número de protones (**número atómico**) y e la carga del electrón. Por otro lado, definió una serie de postulados que trataban de justificar la existencia de órbitas estacionarias por las que se movía el electrón sin absorber ni emitir energía, con lo que se consiguieron calcular las rayas del espectro electromagnético del hidrógeno. Sin embargo, con el avance de las técnicas espectroscópicas, se observó el desdoblamiento de las líneas, quedando sus ideas como un modelo insuficiente (Boveri, 2014; Esteban, 2010a). En este sentido, **Arnold Johannes Wilhem Sommerfeld** (1868 – 1951), admitió que las órbitas también podían ser elípticas considerando que:

- En cada nivel, los electrones son capaces de describir órbitas circulares o elípticas, originando subniveles energéticos.
- El número cuántico n determina el número de subniveles disponibles en cada nivel: en el primer nivel habrá un subnivel, en el segundo dos, etc.

Este nuevo modelo, conocido como el *modelo de Bohr-Sommerfeld*, comenzó a fallar a medida que se intentaba aplicar con átomos con mayor número de electrones. No fue hasta 1926 cuando **Erwin Schrödinger** (1887 – 1941) estableció las bases del modelo atómico actual. Haciendo uso de la Mecánica Cuántica, consiguió definir una ecuación de ondas que relacionaba los conceptos de Louis de Broglie sobre la naturaleza dual del electrón (como partícula y onda), con la densidad electrónica en cualquier punto del espacio. Esta función de ondas (ψ) sustituyó al concepto de órbita del modelo de Bohr, que pasó a considerarse **orbital** atómico (Atkins et al., 2006). En realidad, dichos orbitales quedarían definidos como la región alrededor del átomo en la que la probabilidad de encontrar un electrón es mayor. Heredando la nomenclatura de Sommerfeld, los orbitales se denominaron $s, p, d, f...$ (Figura 7).

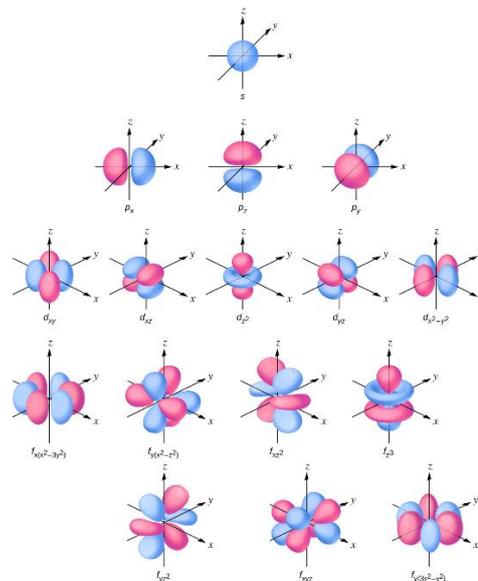


Figura 7. Forma de los orbitales atómicos (Ocampo et al., 2010)

A lo aquí expuesto, se le suma una larga lista de científicos y de nuevas cuestiones. Sin embargo, se han tratado de recoger tan solo aquellos aspectos esenciales que fundamenten la concepción de la estructura de la materia que nos acompaña en la actualidad. Esos orbitales definidos por Schrödinger son imprescindibles para entender el enlace entre los átomos, y constituyen la base de cómo son las cosas a gran escala. A fin de cuentas, los electrones son los responsables de que los átomos se unan y den lugar a todo lo que nos rodea, mostrando diferentes formas y colores.

2.5. Necesidad de orden de los elementos. Primeros intentos de clasificación

Sin lugar a dudas, desde que el hombre comenzó a usar materiales como oro, plata o cobre hacia el año 6000 a.C., se fueron sucediendo numerosos avances tecnológicos que propiciaron la identificación de nuevos elementos químicos, hasta el apogeo de mitad del siglo XIX, donde se llegaron a conocer en torno a 60 elementos de los 118 aislados a día de hoy. Ante esto, los científicos de la época coincidían en la necesidad de establecer relaciones entre los mismos y encontrar algún tipo de orden que les llevara a obtener conclusiones cada vez más elevadas. Este ha sido, y es en la actualidad, el motor de la ciencia: tratar de entender cómo son las cosas y hallar o buscar sus razones más íntimas, aunque sea casi imposible comprenderlas en toda su infinitud.

A partir de los últimos elementos descubiertos por Berzelius gracias a la pila eléctrica de Volta, el químico alemán **Johan Wolfgang Döbereiner** (1780 – 1849) emprendió una importante labor que, posteriormente, sería la base para la aceptación de la ley periódica. Döbereiner notó ciertas relaciones en las propiedades químicas de algunos grupos de tres elementos, *tríadas*. De esta forma, entre 1817 y 1829, estableció cuatro tríadas: litio – sodio – potasio; calcio – estroncio – bario; azufre – selenio – telurio; y cloro – bromo – yodo. La particularidad de todas ellas es que, la masa atómica del elemento central, podía calcularse como la media aritmética de la de los elementos laterales. Sin embargo, esta explicación sólo era válida para 12 de los alrededor de 60 elementos conocidos hasta entonces (Scerri, 2008). Fue gracias a otros científicos como **Leopold Gmelin** (1788 – 1853) que el número de estas tríadas aumentó, llegando incluso **Germain Henri Hess** (1802 – 1850), conocido por la *ley de Hess*, a introducir la idea de *familias* de elementos. En concreto, estableció cuatro familias de elementos no metálicos: (1) yodo, bromo, cloro; (2) telurio, selenio, azufre, oxígeno; (3) carbono, boro, silicio; y (4) nitrógeno, fósforo, arsénico.

El interés por la búsqueda de las relaciones numéricas de los pesos atómicos atrajo a muchos investigadores de mediados del siglo XIX. Sin embargo, no fue hasta la década de 1860, con el Congreso de Karlsruhe, cuando se empezaron a reformar las concepciones (a menudo erróneas) sobre átomos, moléculas y pesos atómicos. De entre los 45 químicos ilustres invitados, destacaron las intervenciones del profesor **Stanislao Cannizzaro** (1826 – 1910) que, adoptando las ideas de Avogadro, consiguió disolver la ambigüedad entre peso atómico y peso molecular (Esteban, 2010b). Este hecho se considera crucial en la historia de la química

ya que, poco después, comenzó a observarse que, si los elementos se ordenaban en orden creciente de peso atómico, existía cierta recurrencia en sus propiedades.

2.6. Hacia la Tabla Periódica de Mendeléiev

El primero en hallar una periodicidad sistemática en los elementos químicos, más aplicable que aquella encontrada por Döbereiner, fue el geólogo francés **Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois** (1820 – 1886). En 1862, Chancourtois ordenó los elementos en orden creciente de peso atómico sobre una hélice de papel enrollada en un cilindro vertical. A esta disposición le denominó “tornillo telúrico” (*vis tellurique*) y tuvo un impacto realmente asombroso, ya que todos los elementos con propiedades químicas similares caían siempre sobre la misma generatriz (Figura 8). Sin embargo, a pesar de ser considerado el primer intento de establecimiento de un orden global de los elementos, el tornillo telúrico carecía de armonía y periodicidad cuando no se trataba de elementos ligeros (de Lima et al., 2019; Val, 2015).

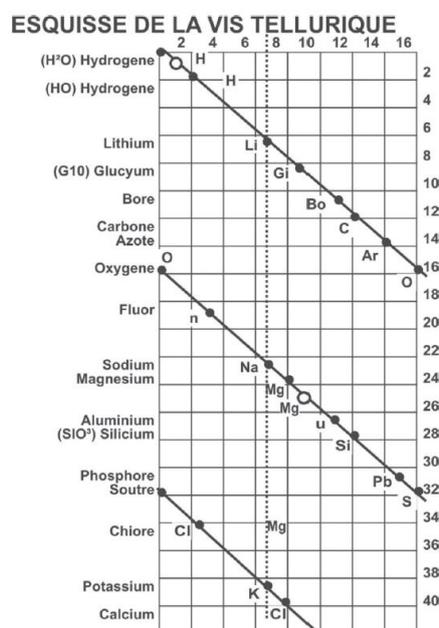


Figura 8. Elementos dispuestos según la forma propuesta por Chancourtois con su llamado “tornillo telúrico”, datado en 1862 (de Lima et al., 2019)

Dos años después, **John Alexander Reina Newlands** (1837 – 1898) elaboró su propia tabla de forma que, si colocaba a los elementos en intervalos de siete por orden creciente de peso atómico, el octavo tendría propiedades semejantes al primero. En analogía a las octavas en lenguaje musical, Newlands denominó a este fenómeno *ley de las octavas* (Figura 9). En 1866, presentó dichas ideas ante los miembros de la Royal Society of Chemistry, que no tardaron en criticar y ridiculizar sus resultados (Esteban, 2010b).

| Elem./Nº
orden |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| H 1 | F 8 | Cl 15 | Co y Ni 22 | Br 29 | Pd 36 | I 42 | Pt y Ir 50 | | | |
| Li 2 | Na 9 | K 16 | Cu 23 | Rb 30 | Ag 37 | Cs 44 | Os 51 | | | |
| G 3 | Mg 10 | Ca 17 | Zn 24 | Sr 31 | Cd 38 | Ba y V 45 | Hg 52 | | | |
| Bo 4 | Al 11 | Cr 19 | Y 25 | Ce y La 33 | U 40 | Ta 46 | Tl 53 | | | |
| C 5 | Si 12 | Ti 18 | In 26 | Zr 32 | Sn 39 | W 47 | Pb 54 | | | |
| N 6 | P 13 | Mn 20 | As 27 | Di y Mo 34 | Sb 41 | Nb 48 | Bi 55 | | | |
| O 7 | S 14 | Fe 21 | Se 28 | Ro y Ru 35 | Te 43 | Au 49 | Th 56 | | | |

Figura 9. Tabla de las octavas de Newlands, publicada en 1865 (Esteban, 2010b)

William Odling (1829 – 1921) presentó en 1864 otra tabla que se considera como la más directa antecesora a la clasificación periódica. Aunque era similar a la de Newlands, consideró la agrupación de los elementos en función de la analogía de sus propiedades. Por otro lado, **Gustavus Detlef Hinrichs** (1836 – 1923), propuso una representación en forma de espiral que se relacionaba con la ordenación de los planetas en el Sistema Solar. Sin embargo, resultó de gran complejidad y con un alto grado de error (de Lima et al., 2019).

Todos estos intentos de clasificación, en algunos casos más acertados que en otros, sentaron las bases para la publicación de las tablas periódicas (propriadamente dichas) de **Julius Lothar Meyer** (1830 – 1895) y **Dimitri Ivánovich Mendeléiev** (1834 – 1907), ambos aparentemente desconocedores de las ideas previas de Newlands.

Movido por sus intereses, Meyer publicó en 1864 su obra *Las Teorías Modernas de la Química*, primer texto alemán con los pesos atómicos revisados. En este libro, incluyó una tabla con 28 elementos agrupados en columnas verticales según el valor de su valencia química (variando de 4 a 1). De esta forma, dejaba entrever la existencia de relaciones entre las propiedades de los elementos dispuestos en las mismas filas y, anticipándose a Mendeléiev, dejó ciertos huecos en su tabla y predijo las propiedades de los elementos que deberían ocupar dichos espacios. Es mediante una revisión posterior de su propio texto cuando, en 1868, Meyer consiguió situar un total de 55 elementos en quince columnas (Molina C. et al., 2019). Esta nueva ordenación estuvo basada en sus estudios acerca de los volúmenes atómicos y su relación con los pesos atómicos, remarcando qué elementos con características semejantes aparecían cercanos en la gráfica resultante tras representar ambas variables (Figura 10). Lamentablemente, la edición de este segundo tomo se retrasó hasta la década de 1870, momento el que Mendeléiev ya habría expuesto su modelo de clasificación (Peña-Hueso et al., 2006; Val, 2015).

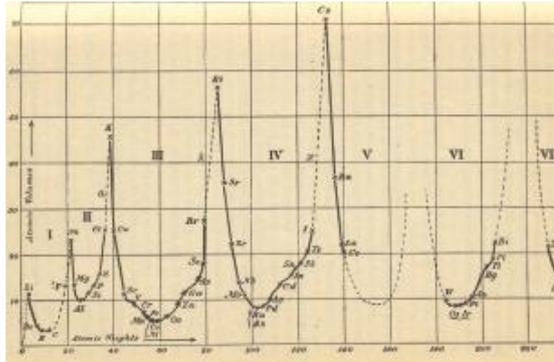


Figura 10. Representación gráfica de la variación del volumen atómico frente al peso atómico (Peña-Hueso et al., 2006)

Así pues, al mismo tiempo que Meyer pero trabajando de forma independiente, Mendeléiev llegó a la conclusión de que las propiedades químicas de los elementos varían periódicamente en función de sus pesos atómicos. Nace de esta forma, en marzo de 1869, la ley periódica que, con un formato muy similar al actual, conseguía clasificar y ordenar los 63 elementos conocidos en el momento en columnas verticales, incluyendo también huecos que se rellenarían con nuevos elementos aún no descubiertos (Val, 2015). En 1871, presentó una nueva tabla con ciertas novedades: ahora los elementos se dispondrían por orden creciente de peso atómico pero de forma horizontal (los actuales periodos); con ello, elementos con propiedades químicas semejantes estarían situados en la misma columna, denominadas grupos y numerados desde I hasta VIII (Figura 11) (Esteban, 2010b).

Typische H = 1	Elemente		K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	—	—	
	Li = 7	Na = 23	Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Er = 178?	—	
	Be = 9,4	Mg = 24	—	? Yt = 88?	Di = 138?	? La = 180?	Th = 231	
	B = 11	Al = 27,4	—	Zr = 90	Ce = 140?	Ta = 182	—	
	C = 12	Si = 28	—	Nb = 94	—	W = 186	U = 240	
	N = 14	P = 31	—	Mo = 96	—	—	—	
	O = 16	S = 32	—	Mn = 55	—	—	—	
	F = 19	Cl = 35,5	—	Fe = 56	Ru = 104,4	—	Os = 199	—
	—	—	—	Cu = 63	Rh = 104,4	—	Ir = 198	—
	—	—	—	Ni = Co = 59	Pd = 106,6	—	Pt = 197,4	—
	—	—	—	Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 197?	—
	—	—	—	Zn = 65,2	Cd = 112	—	Hg = 200	—
	—	—	—	—	In = 113	—	Tl = 204	—
	—	—	—	—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
	—	—	—	As = 75	Sb = 122	—	Bi = 210	—
	—	—	—	Se = 79,4	Te = 128?	—	—	—
	—	—	—	Br = 80	J = 127	—	—	—

Serie	GRUPO I — R ₂ O	GRUPO II — RO	GRUPO III — R ₂ O ₃	GRUPO IV RH ₂ RO ₂	GRUPO V RH ₃ R ₂ O ₃	GRUPO VI RH ₄ RO ₂	GRUPO VII RH ₅ R ₂ O ₃	GRUPO VIII RO ₃
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Sr=52	Mn=55	Fe=56 Co=59 Ni=59 Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104 Rh=104 Pb=106 Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	
9	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195 Ir=197 Pt=198 Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	

Figura 11. Tabla Periódica de Mendeléiev de 1869 (arriba) y de 1871 (abajo) (Esteban, 2010b)

Estos resultados, daban por terminada la búsqueda de una organización racional y lógica de los elementos químicos. Con el descubrimiento de nuevos elementos como el escandio en 1879 o el germanio, en 1886, la tabla periódica se fue poco a poco perfeccionando y ampliando. Uno de los hallazgos más sorprendentes fue el del argón y el helio por **Lord Rayleigh** y **William Ramsay**, dos gases del aire que primeramente parecían inclasificables. Ello propició la creación de un nuevo grupo de elementos de valencia cero, donde tendrían cabida otros gases como el neón o el kriptón que se descubrieron posteriormente, constituyendo lo que conocemos como *gases nobles* (Esteban, 2010a).

Asimismo, fueron encontrados otra serie de elementos naturales cuya clasificación también resultaba dificultosa, las tierras raras, a las que más adelante se les impuso el nombre de *lantánidos*, llegando a conseguir un total de 92 elementos – desde el hidrógeno (1), hasta el uranio (92) –. Posteriormente, hacia la década de 1940, a este grupo se incluyeron otros artificiales que conforman los *actínidos* (Izquierdo et al., 2013).

En la actualidad, el Sistema Periódico que acostumbramos ver es el conocido como Sistema Periódico largo desarrollado en 1905 por **Alfred Werner** (1866 – 1919). Consta de 7 periodos y 18 grupos, quedando los lantánidos y actínidos fuera de la tabla para evitar su extensión desmedida. En este modo de clasificación, el hidrógeno se coloca sobre el litio (Val, 2015). En su versión más actualizada, y según datos de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), la Tabla Periódica consta de un total de 118 elementos (Figura 12), siendo el oganesón (Og) el elemento más pesado sintetizado hasta el momento. Aun así, se postula la posible obtención de dos nuevos elementos con números atómicos 119 y 120: ununennium (Uue) y unbinilio (Ubn), respectivamente, que darían comienzo al octavo periodo de la Tabla Periódica.

Tabla Periódica de los Elementos de la RSEQ

1 H hidrógeno 1.008																	18 He helio 4.0026
3 Li litio 6.941	4 Be berilio 9.0122											13 B boro 10.811	14 C carbono 12.011	15 N nitrógeno 14.007	16 O oxígeno 15.999	17 F flúor 18.998	18 Ne neón 20.180
11 Na sodio 22.990	12 Mg magnesio 24.305											13 Al aluminio 26.982	14 Si silicio 28.086	15 P fósforo 30.974	16 S azufre 32.06	17 Cl cloro 35.453	18 Ar argón 39.948
19 K potasio 39.098	20 Ca calcio 40.078	21 Sc escandio 44.956	22 Ti titanio 47.88	23 V vanadio 50.942	24 Cr cromo 51.996	25 Mn manganeso 54.938	26 Fe hierro 55.845	27 Co cobalto 58.933	28 Ni níquel 58.693	29 Cu cobre 63.546	30 Zn zinc 65.38	31 Ga galio 69.723	32 Ge germanio 72.630	33 As arsénico 74.922	34 Se selenio 78.971	35 Br bromo 79.904	36 Kr kriptón 83.798
37 Rb rubidio 85.468	38 Sr estroncio 87.62	39 Y itrio 88.906	40 Zr zirconio 91.224	41 Nb niobio 92.906	42 Mo molibdeno 95.94	43 Tc tecnecio 98.906	44 Ru rutenio 101.07	45 Rh rodio 102.91	46 Pd paladio 106.42	47 Ag plata 107.87	48 Cd cadmio 112.41	49 In indio 114.82	50 Sn estaño 118.71	51 Sb antimonio 121.76	52 Te teluro 127.60	53 I yodo 126.90	54 Xe xenón 131.29
55 Cs cesio 132.91	56 Ba bario 137.33	57-71 lantánidos	72 Hf hafnio 178.49	73 Ta tantalio 180.95	74 W wolframio 183.84	75 Re renio 186.21	76 Os osmio 190.23	77 Ir iridio 192.22	78 Pt platino 195.08	79 Au oro 196.97	80 Hg mercurio 200.59	81 Tl talio 204.38	82 Pb plomo 207.2	83 Bi bismuto 208.98	84 Po polonio	85 At astato	86 Rn radón
87 Fr francio	88 Ra radio	89-103 actínidos	104 Rf rutherfordio	105 Db dubnio	106 Sg seaborgio	107 Bh bohrio	108 Hs haseio	109 Mt meitnerio	110 Ds darmstadtio	111 Rg roentgenio	112 Cn copernicio	113 Nh nihonio	114 Fl flerovio	115 Mc moscovio	116 Lv livermorio	117 Ts teneso	118 Og oganesón
57 La lantano	58 Ce cerio	59 Pr praseodimio	60 Nd neodimio	61 Pm prometio	62 Sm samario	63 Eu europio	64 Gd gadolinio	65 Tb terbio	66 Dy disprosio	67 Ho holmio	68 Er erbio	69 Tm tulio	70 Yb ytterbio	71 Lu lutecio			
89 Ac actinio	90 Th torio	91 Pa protactinio	92 U uranio	93 Np neptunio	94 Pu plutonio	95 Am amerisio	96 Cm curio	97 Bk berkelio	98 Cf californio	99 Es einsteinio	100 Fm fermio	101 Md mendelévio	102 No nobelio	103 Lr lawrencio			

Esta tabla periódica es la traducción de la versión realizada por la IUPAC con fecha 26 de noviembre de 2016. Para acceder a información actualizada sobre esta tabla se recomienda consultar www.iupac.org. Derechos reservados ©2016 IUPAC, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.

Figura 12. Tabla Periódica actualizada por la Real Sociedad Española de Química a 4 de marzo de 2019 (<https://rseq.org/>)

Particularmente popular fue la idea de **Crookes** en 1898 sobre la representación de los elementos en tres dimensiones (Val, 2015). A partir de ella, han ido sucediendo numerosas variaciones, aunque todas tienen su origen en la hélice telúrica de Chancourtois. Entre ellas, tal y como se observa en la Figura 15, destacan la *Flor en 3D* realizada en 1965 por **Paul Giguère** y el *ElemenTree* del canadiense **Fernando Dufour** (1990) (Scerri, 2011).

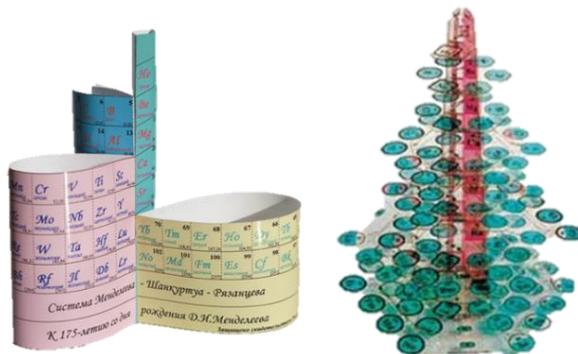


Figura 15. *Flor en 3D* de Paul Giguère (izquierda) y *ElemenTree* de Dufour (derecha)
(adaptado de Arellano, 2021 y Scerri, 2011)

Con todo ello, no es de extrañar que la propia tabla elaborada en 1905 por **Alfred Werner** también sufriera modificaciones. En efecto, su representación resultaba demasiado larga ya que las tierras raras se situaban tras el lantano y el actinio. La solución la ofreció **Friedrich Adolph Paneth** (1887 – 1958), al que le debemos la idea de situar la serie de lantánidos y actínidos fuera de la tabla (Arellano, 2021); indudablemente, es el antecedente directo de nuestra Tabla Periódica actual. A esta reorganización también influyó **Charles Janet** en 1929 que, a través del uso de la teoría cuántica, consiguió diseñar una tabla periódica “hacia la izquierda” basada en las configuraciones electrónicas (Lorch, 2019) (Figura 16).

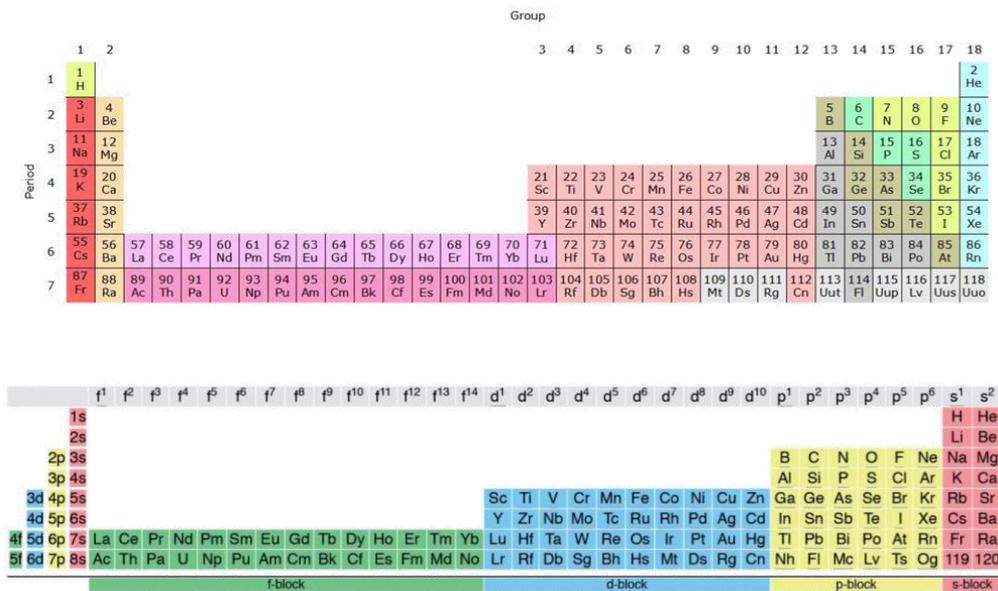


Figura 16. Sistema Periódico largo de Werner (arriba) y reorganización “hacia la izquierda” de Janet (abajo) (Arellano, 2021; Lorch, 2019)

Aun en el siglo XXI, la Tabla Periódica sigue recibiendo modificaciones. En 2006, **Valery Tsimmerman**, probablemente siguiendo las ideas de Janet, desarrolló su *torre* agrupando los elementos según los números cuánticos (Arellano, 2021) (Figura 17). Sin embargo, la modificación más reciente data del año 2019, cuando los matemáticos **Wilmer Leal** y **Guillermo Restepo** (Max-Planck-Institut für Mathematik) diseñaron una tabla en forma de *hipergrafo* (Figura 17), que recoge diversas formas de organizar a los elementos, abandonando la idea de que solo existe una sola posibilidad única y verdadera (Leal & Restrepo, 2019).

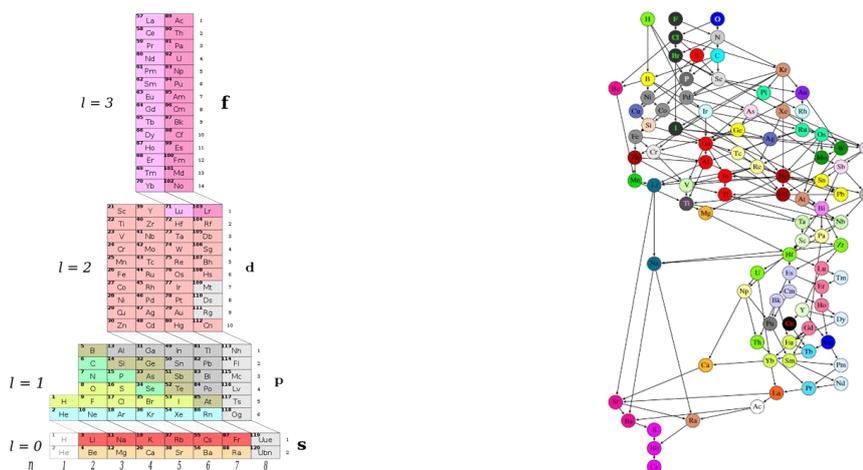


Figura 17. Tabla Periódica en forma de torre de Tsimmerman (izquierda) y sistema periódico de enlaces covalentes simples de Leal y Restepo (derecha) (Arellano, 2021; Leal & Restrepo, 2019)

Sin lugar a dudas, la ciencia seguirá avanzando y, más pronto que tarde, puede que sea necesario recurrir a una nueva configuración que trate de reordenar a los elementos químicos de una mejor manera. No es, por tanto, incoherente pensar que seguramente la tabla periódica que hoy conocemos sea reemplazada. Tal y como dice el químico finlandés Pekka Pyykkö: *“la mitad de la química aún está por descubrir: no sabemos cómo y ese es precisamente el reto”*.

3. FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA

El manejo del lenguaje científico es fundamental en el proceso enseñanza-aprendizaje de las materias de Física y Química durante toda la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. En la mayoría de los casos, los estudiantes abordan el aprendizaje de la Tabla Periódica de una forma meramente memorística, sin llegar a reconocer el sentido, utilidad u objetivo de este tema como parte del currículo (Román, 2015). Asimismo, la memorización de la nomenclatura empleada para designar a los diferentes elementos, no implica que hayan sido capaces de relacionarlos o interpretarlos, por lo que no propicia una construcción del lenguaje científico por parte del alumnado.

Por otro lado, conceptos fundamentales como *átomo* o *elemento químico*, que son considerados la base de la química, son planteados desde un modo superficial y simplista en los libros de texto utilizados en la enseñanza, obviando sus significados, diferencias y, por supuesto, sus afinidades (Alzate, 2005). Aunque no lo parezca, esta situación supone uno de los grandes problemas principales para abordar la asignatura con éxito. Se trata de conceptos muy alejados de esa “percepción inmediata” que buscan los y las estudiantes, por lo que la implicación del docente en este caso para lograr una comprensión total de los mismos, es fundamental para poder asegurar un avance progresivo en la materia.

A pesar de la gran importancia que posee este tema en el currículo, apenas existen referencias de investigación en didáctica de las ciencias referidas al mismo y sus dificultades de aprendizaje. Es por ello que, alejados de las metodologías tradicionales, este Trabajo Fin de Máster pretende aportar las herramientas necesarias para facilitar y lograr un aprendizaje significativo de los contenidos que se plantean, a través de diferentes metodologías y recursos. Así, se busca que los conocimientos perduren en el tiempo, fomentándose también el aprendizaje por descubrimiento.

Hacia el año 1960, David Ausubel desarrolló la teoría del aprendizaje verbal significativo (Ausubel, 1960). Según dicha teoría, este tipo de aprendizaje solo se puede alcanzar cuando se establecen relaciones fundadas entre lo que ya se sabe (ideas previas) y los nuevos conocimientos adquiridos. Ausubel señala que, para ello, el material que se le presente al alumnado debe poseer tanto significatividad lógica como psicológica. Es decir, los contenidos deben estar organizados y con sentido de coherencia interna, a la vez que deben promover su comprensión en relación con las percepciones previas que tengan con respecto a los conceptos en cuestión.

Por su parte, el psicólogo Jerome Bruner, es un fiel defensor de lo que se conoce como *aprendizaje por descubrimiento* (Bruner, 1986). Con él, se insta en todo momento el uso continuado de la creatividad e intuición de forma que, con actividades como indagación, experimentación, búsqueda de soluciones, etc., se consiga que el alumnado llegue a *leyes generales a través del análisis de casos concretos*. Mediante este sistema, el alumno adquiere un rol activo en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, mientras que los docentes adoptan las funciones de motivar, servir como modelo investigador, simplificar las tareas, indicar los puntos clave, etc.

Para lograr un aprendizaje en el que predomine la creatividad y la participación consciente de los estudiantes, en las últimas décadas han surgido numerosas metodologías de innovación docente con gran eficacia comprobada con respecto a las metodologías tradicionales, esencialmente basadas en lecciones magistrales (Robledo et al., 2015). A continuación, se describen aquellas seleccionadas para el desarrollo de esta propuesta didáctica.

3.1. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo se basa en el establecimiento de pequeños grupos que permiten al alumnado trabajar juntos, con el objeto de maximizar tanto su propio aprendizaje como el de los demás (Johnson & Johnson, 2014). Si buscamos cuáles son los principales criterios de éxito de esta metodología de aprendizaje, encontramos que el principal está basado en la interdependencia positiva; esto es, cada miembro del grupo debe ser consciente que es imposible tener éxito sin que los demás lo tengan también (se fundamenta en el lema “Uno para todos, todos para uno” de la famosa novela *Los tres mosqueteros* de Alexandre Dumas). De esta forma, cada individuo trabaja en la búsqueda de un resultado final que sea beneficioso tanto para él mismo como para el resto de compañeros/as con los que está vinculado cooperativamente.

En contraposición con el aprendizaje competitivo e individualista, el aprendizaje cooperativo fomenta la conciencia del trabajo en grupo, establecimiento de diálogo “cara a cara”, así como el desarrollo de destrezas que incluyen comportamientos como el liderazgo, la construcción de la confianza, la comunicación, la toma de decisiones y la capacidad de resolución de conflictos.

Según Johnson & Johnson (2014), existen tres tipos de grupos de aprendizaje que pueden aplicarse en el aula:

1. Grupos formales de aprendizaje. Este tipo de grupos, normalmente de 3 a 4 alumnos/as, se establecen durante un periodo de sesión o varias semanas, para que trabajen juntos hasta alcanzar un objetivo común y completar tareas o asignaciones específicas. El instructor deberá especificar los objetivos de la lección; decidir sobre cómo estructurar los grupos; supervisar el funcionamiento de los grupos; y evaluar el rendimiento del alumnado según los criterios establecidos.

2. Grupos informales de aprendizaje. En este caso, los alumnos/as (de 2 a 4) trabajan juntos de forma temporal y *ad hoc* para alcanzar un objetivo concreto, durando desde unos minutos hasta una sola sesión. Puede emplearse para focalizar la atención en un material en concreto y, a su vez, crear un ambiente propicio para el aprendizaje. Estos grupos se suelen organizar para que el alumnado discuta sobre el contenido con sus iguales en periodos breves e intercalados a lo largo de la clase. De esta forma, se puede contrarrestar el principal inconveniente de las lecciones magistrales: *“la información pasa de los apuntes del profesor a los alumnos, sin pasar por la mente de ninguno de ellos”*.
3. Grupos base cooperativos. Se trata de grupos heterogéneos y miembros estables durante un periodo de larga duración, como puede ser un trimestre o el curso entero. El objetivo principal de estos grupos es ofrecer apoyo mutuo, estímulo y ayuda para progresar en el ámbito académico. Este modelo de aprendizaje aumenta el rendimiento del alumnado y establece relaciones muy positivas entre ellos, promoviendo buenas actitudes frente al estudio y potenciando la responsabilidad y autoestima.

Algunas de las técnicas comunes de aprendizaje cooperativo y que se implementan en esta propuesta didáctica, son las siguientes:

- **Lápices al centro.** El principal objetivo de esta técnica, es propiciar el debate previo a la realización de la actividad que se plantee en cada situación, lo cual permita concretar una única respuesta final por parte de todos los componentes. Durante el desarrollo de esta metodología, el docente propondrá un problema, cuestiones... Antes de resolverlo, deberán dejar los “lápices en el centro” de la mesa y debatir entre ellos durante unos minutos sobre cuál sería la mejor solución; pueden hablar pero no escribir. Cuando todos tienen claro lo que hay que responder, cada uno cogerá su lápiz y resolverá el ejercicio en cuestión. En este momento, no se puede hablar, solo escribir. Se trabajan principios básicos como la interacción mutua, responsabilidad individual, participación equilibrada e interdependencia positiva.
- **1-2-4.** Con esta metodología, se pretende crear una dinámica que parte de lo individual y termina en el conjunto de grupo. Dentro del equipo, cada alumno/a (1) deberá pensar cuál es la respuesta correcta a la cuestión planteada por el docente. Posteriormente, se disponen por parejas (2) para intercambiar sus respuestas y escribir una en común. Por último, todo el grupo (4) deberá consensuar cuál es la respuesta más adecuada, completando por escrito la actividad.

3.2. Rutinas de pensamiento

Las rutinas de pensamiento (RdP) pueden definirse como estrategias breves y sencillas que, aplicándose de forma continuada, se convierten en una parte esencial del aprendizaje. Se trata de modelos o patrones de pensamiento que se pueden emplear repetidas veces,

ayudando a los/las alumnos/as a desarrollar su inclinación y habilidad para pensar. Según algunos investigadores del ámbito de didáctica de las ciencias (Cohen, 1991; Ritchhart, 2004), los chicos y chicas son capaces de expandir su repertorio de destrezas cognitivas cuando se exponen a este tipo de metodologías, dado que dichas rutinas constituyen una gran forma de organizar su memoria y pensamiento.

Una de los grandes principios que diferencian las RdP de unas simples estrategias es que, cada una, se orienta a unos objetivos determinados, enfocándose en tipos concretos de pensamiento. Además, pueden llevarse a la práctica de manera oral o a través de algún recurso como organizadores de ideas o mapas mentales (Camelo-Solano et al., 2018).

A continuación, se describen las dos estrategias propuestas para el desarrollo de la Unidad Didáctica:

- **Estrategia KWL.** La rutina de pensamiento KWL, proviene del inglés *Know-Want-Learn* (¿Qué sé? ¿Qué quiero saber? ¿Qué he aprendido?). Así pues, tal y como su propio nombre indica, esta estrategia se basa en los conocimientos que el alumnado posee sobre un tema, en lo que él mismo quiere saber y lo que ha aprendido al final de su proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiéndole organizar toda esta información de forma gráfica (Tok, 2013).
- **Compara y contrasta.** Para esta metodología, es común el uso de organizadores gráficos que guíen a los/las estudiantes hacia la respuesta de preguntas concretas. En este caso, se pretende que desarrollen habilidades para comparar y contrastar dos conceptos de forma reflexiva y autónoma. Las preguntas usadas habitualmente son: (1) ¿en qué se parecen?; (2) ¿en qué se diferencian?; (3) ¿qué semejanzas y diferencias parecen significativas?; (4) ¿qué categorías o patrones ves en las semejanzas y diferencias significativas?; (5) ¿qué conclusión sugieren las semejanzas y diferencias significativas?

3.3. Aprendizaje por indagación (ABI)

El aprendizaje por indagación (*Inquiry-Based Learning*) está reconocido por diversos países como una de las mejores metodologías didácticas actuales, independientemente del contenido o nivel educativo. En el caso concreto del aprendizaje de las ciencias, algunos de los grandes referentes en Naturaleza de las Ciencias manifiestan que “*el conocimiento actual sugiere que la mejor forma de aprender ciencias es a través de la indagación. Se cree que los estudiantes aprenden mejor los conceptos científicos haciendo ciencia*” (Lederman et al., 2013).

Con esta fórmula, la indagación en el aula puede entenderse como una herramienta polifacética que conlleva la observación, búsqueda de información, diseño de investigaciones, revisión de ideas, establecimiento de soluciones, etc., que fomenta el pensamiento crítico y lógico del alumnado. Así pues, se favorece que los/las estudiantes posean un mayor control

y seguridad en su aprendizaje, con gran motivación y actitud positiva, aunque siempre bajo la supervisión y orientación del profesorado.

Numerosos estudios abalan la eficacia de esta herramienta de aprendizaje, apuntando hacia un uso casi total de la misma por parte de los docentes plenamente formados, estimulando siempre un clima de respeto y compañerismo, en el que abunde el pensamiento analítico y la argumentación de los aprendices (Romero-Ariza, 2017).

3.4. Flipped Classroom

Flipped Classroom o Aula invertida, hace referencia a un modelo pedagógico que emplea tanto metodologías presenciales como virtuales. La Flipped Learning Network lo define como una estrategia en la que la enseñanza pasa del aula al hogar; es decir, la instrucción directa toma una dimensión de aprendizaje individual, mientras que el espacio grupal se convierte en un entorno interactivo y dinámico, en el que el docente solo sirve de guía (Flipped Learning Network, 2014).

Así pues, tal y como su propio nombre indica, establece un cambio radical en el modelo de enseñanza tradicional, suponiendo una forma de aprendizaje mixta, combinando presencialidad con recursos virtuales, siendo cada estudiante el principal responsable de su aprendizaje (Sánchez, 2018). Los cuatro pilares fundamentales de esta técnica son:

- **(F)lexibilidad en el entorno:** pues cada alumno/a es libre de dónde y cuándo aprender.
- **(L)earning culture o cultura de aprendizaje:** se pretende que la cultura del aprendizaje sea individualizada y significativa, desarrollándose habilidades de comunicación en el momento de debate en el aula.
- **(I)ntencionalidad del contenido:** necesita gran dedicación por parte del docente para elaborar el contenido, de forma que se pueda maximizar el tiempo de clases intencionadamente.
- **(P)rofesionalidad del docente:** el docente debe ser capaz de facilitar y controlar el aprendizaje, garantizando la retroalimentación para optimizar la calidad de sus lecciones.

3.5. Recursos TIC

El empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito de la Física y la Química, cobra una gran importancia al ofrecer el acceso a entornos virtuales que, en numerosas ocasiones, son imprescindibles para poder comprender conceptos y visualizar experiencias más allá de los libros de texto o prácticas de laboratorio, a las que no todos los centros educativos tienen acceso.

En la educación científica en particular, son muchas las posibilidades de aplicación de las TIC, entre las que destacan (Daza et al., 2009; Martínez-Argüello et al., 2018)

- Trabajar en entornos de diversa índole con diferentes niveles de sofisticación tanto conceptual como técnica mediante el uso de simuladores de procesos fisicoquímicos.
- Transmitir información mediante la combinación de audio, texto y vídeo, mediante la creación de ambientes virtuales.
- Favorecer el acceso a artículos científicos y seminarios online, entre otros, que permitan el intercambio de información y un acercamiento más real a la comunidad científica, así como el contacto directo con investigaciones reales.

Por ello, el uso de las TIC en el aula, supone un complemento fundamental que facilita la comprensión de conceptos que, a menudo, se alejan infinitamente del mundo macroscópico. Sin embargo, es necesario hacer hincapié en que, para que pueda conseguirse un aprendizaje significativo, estos recursos deben usarse sólo de forma pedagógica, como refuerzo a los conceptos aprendidos y sin abusar excesivamente de ello. Además, las ventajas que las TIC ofrecen no recaen exclusivamente en los/las estudiantes. Los docentes se benefician enormemente de las posibilidades que estas presentan ya que les permiten elaborar recursos mucho más actualizados, materiales de apoyo, gráficas o diagramas, etc. (Velasco & Buteler, 2017), siendo una gran ayuda durante la transmisión de contenidos teórico-prácticos, ampliando también las oportunidades de aprendizaje al posibilitar el contacto directo con datos reales y de actualidad.

4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA

4.1. Justificación

La unidad didáctica *“La construcción del lenguaje en Química: del átomo al Sistema Periódico”* que aquí se presenta, está destinada a alumnado de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria de la materia Física y Química, y su contenido se engloba dentro del bloque 1 “la actividad científica” y el bloque 2 “la materia”, establecidos según la Legislación Educativa vigente que se desarrollará a continuación.

A través de ella, se pretende obtener una visión fundada y actual sobre los conocimientos del átomo, haciendo un recorrido por los diferentes modelos atómicos propuestos en la historia. Así, para conseguir abordar esta unidad didáctica satisfactoriamente, se comenzará con un repaso de conceptos previos, recordando que toda la materia está compuesta por partículas denominadas átomos que, a su vez, están constituidos por partículas subatómicas con estructura y carga propias. Se hará especial énfasis en la identificación de los átomos mediante su número atómico y másico, así como en la existencia de iones e isótopos. Por otro lado, para lograr la comprensión del modelo cuántico actual y aprender a escribir las configuraciones electrónicas de los elementos químicos, se presentarán al estudiantado los experimentos realizados a lo largo de la historia por los científicos más influyentes de la época, tales como Thomson, Rutherford y Bohr. Con dichas nociones, los alumnos y alumnas empezarán a familiarizarse con la importancia de una clasificación de los elementos con base en su estructura atómica, partiendo de las ideas de Mendeléiev hasta el Sistema Periódico

actual. Se incidirá especialmente en la relación entre las propiedades de cada elemento y su posición en la Tabla Periódica.

Esta unidad supone un fiel reflejo de la importancia del desarrollo científico y de cómo la sociedad, desde tiempos remotos, ha ido contribuyendo a la construcción de un lenguaje químico único y universal que ha sentado las bases de todo lo que conocemos en la actualidad, consiguiendo un mundo cada vez más evolucionado.

4.2. Legislación educativa de referencia

El desarrollo de los contenidos de la propuesta didáctica presentada, como instrumento específico de planificación, desarrollo y evaluación para la enseñanza de la materia Física y Química del curso 4º ESO en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se ha adaptado de acuerdo a lo establecido por la legislación educativa andaluza y española de ámbito estatal en vigor en Andalucía referida a la Educación Secundaria, para el curso académico 2021/2022¹:

- Ley Orgánica 8/2013, del 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.

4.3. Contextualización del centro y aula

Esta unidad didáctica pretende ser desglosada con el objetivo de que sea aplicable a cualquier centro educativo de Educación Secundaria en Andalucía. Sin embargo, se ha planificado tomando como base la situación del alumnado del curso 4º de Educación Secundaria

¹ Con fecha de 31 de marzo de 2022, entra en vigor Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Sin embargo, según la Disposición final tercera relativa al calendario de implantación, no será hasta el curso escolar 2023/2024 cuando se aplique lo dispuesto en este Real Decreto para cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria.

Obligatoria que, en el año académico 2021/2022, se encuentren matriculados en el centro C.D.P. Cristo Rey (Figura 18). Este centro se encuentra situado en la Avenida Ruiz Jiménez 10 de la ciudad de Jaén, con unos 116.000 habitantes aproximadamente.



Figura 18. Centro educativo C.D.P Cristo Rey (elaboración propia)

Se trata de un colegio concertado bilingüe sostenido con fondos públicos, cuya oferta educativa consta de: 6 cursos de Infantil, 12 de Primaria, 12 de ESO y 6 cursos de Bachillerato en las modalidades de Ciencia y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales. En concreto, las asignaturas de Física y Química son impartidas por dos profesores altamente cualificados en 3º y 4º de ESO y 1º y 2º de Bachillerato. Se trata de un centro de gran amplitud que dispone de numerosos espacios de interés para el alumnado y toda la comunidad educativa: dos bibliotecas; gabinete psicopedagógico; tres aulas de informática; laboratorios de ciencias; capilla y oratorio; sala de audiovisuales; aula de idiomas; salón de actos e instalaciones deportivas.

Según su Proyecto Educativo, en el centro se están desarrollando varios planes y programas, entre los que destacan los siguientes: Proyecto Escuela “Espacio de Paz”; “Proyecto de Bilingüismo”; “Proyecto de Igualdad entre hombres y mujeres”; “Proyecto Prácticum”; “Proyectos de hábitos saludables”; “Proyecto Grupo Innova”. Además, posee el certificado de centro examinador en competencias lingüísticas por la Universidad de Cambridge, así como programas de *Erasmus+* para alumnado y profesorado, y proyectos de inmersión lingüística en Irlanda y Reino Unido.

En cuanto al contexto de aula, es interesante que la autora de este Trabajo Fin de Máster ha tenido la oportunidad de realizar las prácticas curriculares correspondientes al Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas en este centro educativo, lo que ha proporcionado numerosa información y experiencia previa para la planificación de esta propuesta, atendiendo a las necesidades específicas del alumnado a la que va dirigida y elaborando el contenido en concordancia a las mismas.

De esta forma, las lecciones magistrales se llevarán a cabo en el aula ordinaria, compuesta por 31 alumnos de entre 15 y 16 años (12 niñas y 19 niños). En general, las características físicas y psicológicas de los y las estudiantes corresponden a las propias de su desarrollo y edad. En su mayoría, presentan una actitud abierta y participativa, siendo respetuosos con el docente. En cuanto al nivel académico, se trata de un grupo heterogéneo, existiendo alumnos/as con calificaciones excelentes y otros cuyo rendimiento no es suficiente para alcanzar la nota mínima exigible para la superación de la asignatura.

Es necesario incidir en que, en esta clase, se han debido aplicar medidas para la atención a la diversidad, según el artículo 11 de la Orden de 15 de enero de 2021. En concreto, y según el artículo 16 de la citada ley, se requieren programas de refuerzo para dos alumnos con dificultades de aprendizaje, para los que se han adaptado los materiales y tiempos necesarios de realización de pruebas escritas. Además, se promueve el desarrollo pleno y equilibrado de un estudiante con altas capacidades intelectuales, con ciertas adaptaciones curriculares contempladas en el artículo 36 de la misma Orden, contemplando propuestas curriculares de ampliación, así como la asistencia a un programa de tipo PECAI (Programa de Enriquecimiento Curricular para Altas capacidades Intelectuales), a la que acude durante una hora semanal en el mismo centro.

4.4. Objetivos

Los objetivos, tal y como indica el artículo 2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, hacen referencia a los *“logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin”*.

4.4.1. Objetivos generales de etapa

Según se plasma en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, los objetivos generales de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria son los siguientes:

- a)** Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b)** Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c)** Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra

condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.

- d)** Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e)** Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f)** Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g)** Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h)** Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i)** Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j)** Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k)** Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l)** Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

De igual modo, el artículo 3.2 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, añade dos objetivos adicionales:

- m)** Conocer y apreciar las peculiaridades de la modalidad lingüística andaluza en todas sus variedades.
- n)** Conocer y apreciar los elementos específicos de la historia y la cultura andaluza, así como su medio físico y natural y otros hechos diferenciadores de nuestra Comunidad, para que sea valorada y respetada como patrimonio propio y en el marco de la cultura española y universal.

4.4.2. *Objetivos generales del área de Física y Química*

En consonancia con los objetivos generales de etapa, la Orden de 15 de enero de 2021, establece que la enseñanza de la materia Física y Química contribuirá a desarrollar en el alumnado capacidades que le permitan cumplir los siguientes objetivos generales (OG):

- OG1)** Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Física y de la Química para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar sus repercusiones en el desarrollo científico y tecnológico.
- OG2)** Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como el análisis de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseño experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado.
- OG3)** Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
- OG4)** Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y originar trabajos sobre temas científicos.
- OG5)** Desarrollar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones relacionadas con las ciencias y la tecnología.
- OG6)** Desarrollar actitudes y hábitos saludables que permitan hacer frente a problemas de la sociedad actual en aspectos relacionados con el uso y consumo de nuevos productos.
- OG7)** Comprender la importancia que el conocimiento en ciencias tiene para poder participar en la toma de decisiones tanto en problemas locales como globales.
- OG8)** Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, para así avanzar hacia un futuro sostenible.
- OG9)** Reconocer el carácter evolutivo y creativo de la Física y de la Química y sus aportaciones a lo largo de la historia.

En concreto, la unidad didáctica que aquí se desarrolla, contribuye a alcanzar los siguientes objetivos generales: OG1, OG3, OG8 y OG9.

4.4.3. *Objetivos específicos de la Unidad Didáctica*

A través de la unidad didáctica *“La construcción del lenguaje en Química: del átomo al Sistema Periódico”*, se espera que el alumnado sea capaz de alcanzar los siguientes objetivos específicos (OE):

- OE1)** Comparar los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia e identificar sus bondades y limitaciones.

- OE2) Identificar los diferentes tipos de partículas subatómicas, así como las diferencias entre número atómico y número másico.
- OE3) Definir el concepto de orbital atómico, cómo se designan y la nomenclatura de los cuatro más simples.
- OE4) Conocer el concepto de configuración electrónica y su representación según el Diagrama de Möeller.
- OE5) Identificar los electrones de valencia de los elementos.
- OE6) Reconocer la distribución de la Tabla Periódica actual en grupos y períodos.
- OE7) Conocer la nomenclatura actual de los elementos químicos.
- OE8) Relacionar las propiedades químicas de un elemento con su posición en el Sistema Periódico, así como reconocer su importancia en la vida cotidiana.
- OE9) Agrupar por familias los elementos representativos según las recomendaciones de la IUPAC, y situarlos correctamente los elementos en el Sistema Periódico a partir de su configuración electrónica y sus propiedades periódicas.

4.5. Contribución a la adquisición de las competencias clave

Recurriendo de nuevo al artículo 2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, se definen las competencias como las *“las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”*. A efectos de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, en el Sistema Educativo Español existen un total de 7 competencias clave del currículo. En este caso, el rol del docente es fundamental para que todo el alumnado adquiera dichas competencias, debiendo ser capaz de diseñar tareas o mecanismos que contribuyan a alcanzarlas de forma satisfactoria.

Como el resto de disciplinas, la materia de Física y Química también comparte la gran responsabilidad de promover dichas competencias claves a los/las estudiantes, de forma que puedan lograr un desarrollo tanto educativo como social íntegro. Aunque su mayor contribución sea con respecto a la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), todas las competencias deberán ser trabajadas en cada unidad didáctica. A continuación, se expone la contribución de cada competencia clave a lo largo de la Unidad Didáctica que nos ocupa:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL).** Durante el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias en general, y de la Física y Química en particular, se requiere la adquisición de terminología específica que dote al alumnado de rigurosidad y precisión a la hora de argumentar y transmitir la información. Asimismo, es necesario que sean capaces de comprender e interpretar la información contenida en códigos y formatos

propios de la materia: textos científicos, gráficas, datos tabulados, etc. Se valorará a través de exposiciones orales, informes escritos, argumentaciones, debates grupales, entre otros.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).** Esta competencia está en clara relación con la materia de Física y Química. Por un lado, se requiere que los y las estudiantes sean capaces de aplicar el razonamiento matemático y las herramientas necesarias que les permitan resolver problemas, así como interpretar, describir y cuantificar fenómenos naturales. Además, en clase se presentarán situaciones que tengan, como primer objetivo, potenciar el pensamiento crítico del alumnado, de forma que se acerque al mundo científico y sea capaz de redirigir su toma de decisiones en base a los conocimientos en ciencia y tecnología adquiridos.
- **Competencia digital (CD).** En el sistema educativo andaluz, las tecnologías de la comunicación y la información son un recurso fundamental, de gran utilidad especialmente en el campo de la ciencia. Se pretende mejorar la alfabetización científica y tecnológica mediante el empleo de recursos didácticos digitales, tales como simuladores, además de la realización de visualizaciones, búsqueda de información, obtención y tratamiento de datos, presentación de trabajos, etc.
- **Competencia aprender a aprender (CAA).** La asignatura Física y Química aporta numerosas pautas que propician la adquisición de esta competencia. El aprendizaje y aplicación directa del método científico, dotan al estudiante de las herramientas necesarias para la resolución de problemas y elaboración de proyectos. Asimismo, el empleo de similitudes entre los conceptos aprendidos y su relación con asuntos cotidianos, ayuda a establecer los mecanismos de formación que le permitan realizar procesos de autoaprendizaje, despertando su curiosidad y motivación.
- **Competencias sociales y cívicas (CSC).** El papel de la ciencia también es fundamental en la preparación de futuros ciudadanos y ciudadanas que deberán tomar decisiones en cuestiones relacionadas con diversas materias, como salud o medio ambiente. Es por ello que, el logro de las competencias sociales y cívicas, fomenta la adquisición de sensibilidad social en cuanto a lo que implicaciones del desarrollo científico-técnico se refiere, aportando cierta garantía de aplicación del principio de precaución
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEP).** El estudio de esta materia requiere el empleo del razonamiento hipotético-deductivo, mediante el cual, el alumnado, deberá analizar diversas situaciones y sus consecuencias. La formación de un pensamiento crítico, supone un claro estímulo que les permitirá desafiar cuestiones de actualidad y participar en una búsqueda activa de soluciones. Así pues, se transfiere la habilidad de iniciar y desarrollar proyectos cuyo objetivo final tenga un claro impacto en la sociedad.
- **Conciencia y expresiones culturales (CEC).** Conocer la historia y valorar a los hombres y mujeres que han hecho posible explicar el origen de todo lo que hoy conocemos, forma parte de nuestro patrimonio cultural. Por ello, en el marco de la Física y la Química, se

fomenta una actitud abierta y respetuosa al estudio de todas aquellas manifestaciones culturales que se asocian con ámbitos científico-tecnológicos, así como el aprecio a la evolución histórica de los conceptos aprendidos en la materia.

A continuación, la Tabla 1 expone la relación entre los objetivos (de etapa, área y específicos) y las competencias clave anteriormente descritas:

Tabla 1. Relación entre los objetivos generales de la etapa de ESO, generales del área de Física y Química, y específicos de la Unidad Didáctica, con las competencias clave (elaboración propia)

Competencias clave	Objetivos de etapa	Objetivos generales de área (OG)	Objetivos específicos (OE)
CCL	e, h, i, m	2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 6, 7
CMCT	e, f, k	1, 2, 3	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CD	e	3, 4, 8	1, 8
CAA	b, g	1, 2, 3, 4, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CSC	a, c, d, k	1, 3, 4, 5, 6, 7	1, 6, 8
SIEP	b, g	4, 5, 6, 8	1, 6, 8
CEC	j, l, m, n	5, 6, 8, 9	1, 6, 7, 8, 9

4.6. Contenidos

Tal y como queda recogido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, los contenidos suponen *“un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias”*. Así pues, los contenidos específicos de esta Unidad Didáctica abarcan parte de los correspondientes al Bloque 1 y Bloque 2 recogidos, tanto en dicho Real Decreto, como en la Orden de 15 de enero de 2021:

Bloque 1. La actividad científica

- 1.1. La investigación científica.
- 1.7. Tecnologías de la Información y Comunicación en el trabajo científico.
- 1.8. Proyecto de investigación

Bloque 2. La materia

- 2.1. Modelos atómicos.
- 2.2. Sistema Periódico y configuración electrónica

Por otro lado, es importante hacer hincapié en los elementos de transversalidad que se deben desarrollar de manera inherente al modelo de enseñanza basando en competencias que rige a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria. Considerando dicho aspecto, y según quedan descritos en el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, el currículo debe trabajar los siguientes contenidos o elementos transversales, sin perjuicio de su tratamiento específico en las materias de la ESO:

- a)** El respeto al Estado de Derecho y a los derechos y libertades fundamentales recogidos en la Constitución Española y en el Estatuto de Autonomía para Andalucía.
- b)** El desarrollo de las competencias personales y las habilidades sociales para el ejercicio de la participación, desde el conocimiento de los valores que sustenten la libertad, la justicia, la igualdad, el pluralismo político y la democracia.
- c)** La educación para la convivencia y el respeto en las relaciones interpersonales, la competencia emocional, el autoconcepto, la imagen corporal y la autoestima como elementos necesarios para el adecuado desarrollo personal, el rechazo y la prevención de situaciones de acoso escolar, discriminación o maltrato, la promoción del bienestar, de la seguridad y de la protección de todos los miembros de la comunidad educativa.
- d)** El fomento de los valores y las actuaciones necesarias para el impulso de la igualdad real y efectiva entre mujeres y hombres, el reconocimiento de la contribución de ambos sexos al desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad, el análisis de las causas, situaciones y posibles soluciones a las desigualdades por razón de sexo, el respeto a la orientación y a la identidad sexual, el rechazo de comportamientos, contenidos y actitudes sexistas y de los estereotipos de género, la prevención de la violencia de género y el rechazo a la explotación y abuso sexual.
- e)** El fomento de los valores inherentes y las conductas adecuadas a los principios de igualdad de oportunidades, accesibilidad universal y no discriminación, así como la violencia contra las personas con discapacidad.
- f)** El fomento de la tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural, el conocimiento de la contribución de las diferentes sociedades, civilizaciones y culturas al desarrollo de la humanidad, el conocimiento de la historia y la cultura del pueblo gitano, la educación para la cultura de paz, el respeto a la libertad de conciencia, la consideración a las víctimas del terrorismo, el conocimiento de los elementos fundamentales de la memoria democrática vinculados principalmente con hechos que forman parte de la historia de Andalucía, y el rechazo y la prevención de la violencia terrorista y de cualquier otra forma de violencia, racismo o xenofobia.
- g)** El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.

- h) La utilización crítica y el autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales, la prevención de las situaciones de riesgo derivadas de su utilización inadecuada, su aportación a la enseñanza, al aprendizaje y al trabajo del alumnado, y los procesos de transformación de la información en conocimiento.
- i) La promoción de los valores y conductas inherentes a la convivencia vial, la prudencia y la prevención de los accidentes de tráfico. Asimismo se tratarán temas relativos a la protección ante emergencias y catástrofes.
- j) La promoción de la actividad física para el desarrollo de la competencia motriz, de los hábitos de vida saludable, la utilización responsable del tiempo libre y del ocio y el fomento de la dieta equilibrada y de la alimentación saludable para el bienestar individual y colectivo, incluyendo conceptos relativos a la educación para el consumo y la salud laboral.
- k) La adquisición de competencias para la actuación en el ámbito económico y para la creación y desarrollo de los diversos modelos de empresas, la aportación al crecimiento económico desde principios y modelos de desarrollo sostenible y utilidad social, la formación de una conciencia ciudadana que favorezca el cumplimiento correcto de las obligaciones tributarias y la lucha contra el fraude, como formas de contribuir al sostenimiento de los servicios públicos de acuerdo con los principios de solidaridad, justicia, igualdad y responsabilidad social, el fomento del emprendimiento, de la ética empresarial y de la igualdad de oportunidades.
- l) La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud, la pobreza en el mundo, la emigración y la desigualdad entre las personas, pueblos y naciones, así como los principios básicos que rigen el funcionamiento del mundo físico y natural y las repercusiones que sobre el mismo tienen las actividades humanas, el agotamiento de los recursos naturales, la superpoblación, la contaminación o el calentamiento de la Tierra, todo ello, con el objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida.

En esta unidad didáctica se pretenden trabajar los elementos transversales b, c, e, g, h y l.

4.7. Metodología

4.7.1. Temporalización

Durante el curso escolar 2021/2022, el centro C.D.P. Cristo Rey de Jaén ha establecido un total de 3 horas semanales de la asignatura Física y Química para 4º ESO. Teniendo en cuenta el total de unidades didácticas a desarrollar, y el calendario escolar aprobado por el Consejo Escolar Municipal de Jaén, a continuación se expone, de forma orientativa, la distribución temporal de la docencia de dicha materia (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución temporal orientativa de la docencia de Física y Química para 4º ESO, durante el curso académico 2021/2022 (elaboración propia)

Trimestre	Mes	Días	Sesión 1 (Lunes 10:30 – 11:30 h)	Sesión 2 (Jueves 12:00 – 13:00 h)	Sesión 3 (Viernes 9:30 – 10:30 h)
Primero	Septiembre	13 - 15	INICIO DE CURSO	Evaluación inicial	0. Actividad científica
		20 - 24	0. Actividad científica	0. Actividad científica	1. El átomo y el Sistema Periódico
		27 - 1	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico
	Octubre	4 - 8	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico
		11 - 15	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico	1. El átomo y el Sistema Periódico
		18 - 22	FIESTA LOCAL	2. Enlace químico	2. Enlace químico
		25 - 29	2. Enlace químico	2. Enlace químico	2. Enlace químico
	Noviembre	1 - 5	FIESTA	2. Enlace químico	2. Enlace químico
		8 - 12	2. Enlace químico	2. Enlace químico	2. Enlace químico
		15 - 19	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono
		22 - 26	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono
	Diciembre	29 - 3	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono	3. Compuestos del Carbono
		6 - 10	FIESTA	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas
		13 - 17	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas
		20 - 24	Evaluaciones finales	VACACIONES	
NAVIDAD					
Segundo	Enero	10 - 14	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas
		17 - 21	4. Reacciones químicas	4. Reacciones químicas	5. Reacciones de interés
		24 - 28	5. Reacciones de interés	5. Reacciones de interés	5. Reacciones de interés
		31 - 4	5. Reacciones de interés	5. Reacciones de interés	6. Cinemática
	Febrero	7 - 11	6. Cinemática	6. Cinemática	6. Cinemática
		14 - 18	6. Cinemática	6. Cinemática	6. Cinemática
		21 - 25	6. Cinemática	6. Cinemática	6. Cinemática
	Marzo	28 - 4	DÍA DE ANDALUCÍA	7. Leyes de Newton	7. Leyes de Newton
		7 - 11	7. Leyes de Newton	7. Leyes de Newton	7. Leyes de Newton

Tabla 2. Continuación

Trimestre	Mes	Días	Sesión 1 (Lunes 10:30 – 11:30 h)	Sesión 2 (Jueves 12:00 – 13:00 h)	Sesión 3 (Viernes 9:30 – 10:30 h)
Segundo	Marzo	14 - 18	7. Leyes de Newton	7. Leyes de Newton	7. Leyes de Newton
		21 - 25	7. Leyes de Newton	8. Fuerzas en el Universo	8. Fuerzas en el Universo
		28 - 1	8. Fuerzas en el Universo	8. Fuerzas en el Universo	8. Fuerzas en el Universo
	Abril	4 - 8	8. Fuerzas en el Universo	8. Fuerzas en el Universo	Evaluaciones finales

SEMANA SANTA

Tercero	Abril	18 - 22	8. Fuerzas en el Universo	8. Fuerzas en el Universo	9. Fuerzas en fluidos. Presión
		25 - 29	9. Fuerzas en fluidos. Presión	9. Fuerzas en fluidos. Presión	9. Fuerzas en fluidos. Presión
	Mayo	2 - 6	FIESTA	9. Fuerzas en fluidos. Presión	9. Fuerzas en fluidos. Presión
		9 - 13	9. Fuerzas en fluidos. Presión	9. Fuerzas en fluidos. Presión	10. Energía mecánica y trabajo
		16 - 20	10. Energía mecánica y trabajo	10. Energía mecánica y trabajo	10. Energía mecánica y trabajo
		23 - 27	10. Energía mecánica y trabajo	10. Energía mecánica y trabajo	10. Energía mecánica y trabajo
		30 - 3	10. Energía mecánica y trabajo	11. Energía térmica y calor	11. Energía térmica y calor
	Junio	6 - 10	11. Energía térmica y calor	11. Energía térmica y calor	11. Energía térmica y calor
		13 - 17	11. Energía térmica y calor	11. Energía térmica y calor	11. Energía térmica y calor
		20 - 24	Evaluaciones finales	FIN DÍAS LECTIVOS	

De acuerdo a este organigrama propuesto, y tal y como se recoge en la Tabla 3, cada unidad didáctica a desarrollar durante el curso escolar contará con un número determinado de horas lectivas que el docente deberá respetar en la medida de lo posible. En el caso de los contenidos que nos ocupan, enfocados al estudio del átomo y el sistema periódico, se emplearán un total de 10 sesiones para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la misma.

Tabla 3. Distribución de las horas lectivas para cada unidad didáctica (elaboración propia)

Unidad didáctica	Denominación	Horas lectivas (h)
UD 0	La actividad científica	3*
UD 1	El átomo y el Sistema Periódico	10
UD 2	Enlace químico	10
UD 3	Compuestos del Carbono	9
UD 4	Reacciones químicas	10
UD 5	Reacciones químicas de interés	6
UD 6	Cinemática	10
UD 7	Leyes de Newton	9
UD 8	Fuerzas en el Universo	9
UD 9	Fuerzas en fluidos. Presión	8
UD 10	Energía mecánica y trabajo	8
UD 11	Energía térmica y calor	8

* La UD 0 se abordará durante todas las unidades didácticas de forma conjunta

4.7.2. Descripción y secuenciación de las sesiones

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, esta unidad didáctica ocupa un total de 11 horas lectivas, con una duración aproximada de 55 – 60 minutos cada una. En todas estas sesiones dedicadas al proceso de enseñanza-aprendizaje del átomo y el sistema periódico, el docente servirá de orientador y será el encargado de transmitir los contenidos teóricos correspondientes. Además, para garantizar el correcto aprendizaje por parte del alumnado, se emplearán diversos recursos digitales y metodologías, potenciando la participación activa de los y las estudiantes en su propio aprendizaje, atendiendo en todo momento las necesidades específicas que puedan surgir en el contexto del aula (atención a la diversidad). La última sesión se dedicará a la realización de una prueba escrita teórico-práctica de los contenidos estudiados. La descripción y secuenciación de las sesiones se muestran en las Tablas 4 a 13.

Tabla 4. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 1 (elaboración propia)

SESIÓN 1. Introducción de la Unidad Didáctica e indagación de las ideas previas			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Tabletas para acceder a los recursos vía online Anexos: Anexo I y II		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Presentación	El docente explicará brevemente los contenidos que se tratarán a lo largo de la unidad didáctica. Asimismo, se comunicará al alumnado distribución de las tareas previstas en cada sesión y forma de evaluación.	5 min	-
Rutina de pensamiento KWL	La Rutina de Pensamiento KWL (<i>Know – Want – Learn</i>), servirá como primera toma de contacto con los conocimientos previos de los/las estudiantes sobre los conceptos a desarrollar en las próximas sesiones, a la vez que trata de despertar su curiosidad. Se distribuirá un impreso a cada alumno (Anexo I) que deberá rellenar contestando las siguientes preguntas: - ¿Qué sé sobre el tema? (<i>Know</i>) - ¿Qué me gustaría saber? (<i>Want</i>) - ¿Qué he aprendido? (<i>Learn</i>). Esta última pregunta deberá ser respondida al finalizar la docencia de la unidad, de forma que sean capaces de valorar su propio proceso de aprendizaje.	15 min	2, 3, 6, 8 y 9
Cuestionario inicial	Como fuente de información para planificar y enfocar los contenidos de la Unidad Didáctica, los alumnos deberán responder un cuestionario de 8 preguntas cortas basadas en sus ideas previas sobre temas relacionados con el átomo y el sistema periódico y sus implicaciones en la vida cotidiana. Será importante hacer hincapié en que dicho cuestionario no es un examen y que las respuestas servirán para valorar sus conocimientos. Se podrá realizar en formato papel según el Anexo II , o accediendo a través del siguiente enlace ²	25 min	

² Recurso virtual “Cuestionario inicial Tema 1”: <https://forms.gle/RAyjmGaM1ZFRPX4m9>. Consultado el 16 de abril de 2022

Tabla 4. Continuación

SESIÓN 1. Introducción de la Unidad Didáctica e indagación de las ideas previas			
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Puesta en común	Para finalizar la primera sesión y, tras la realización del cuestionario, se procederá a realizar una puesta en común de las respuestas dadas con la finalidad de conocer el punto de partida global de toda la clase. Además, cada alumno/a podrá exponer sus intereses e inquietudes con respecto el tema a desarrollar. Se potenciarán valores básicos como escucha activa y el respeto del turno de palabra.	15 min	2, 3, 6, 8 y 9

Tabla 5. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 2 (elaboración propia)

SESIÓN 2. Evolución histórica de los modelos atómicos			
Lugar	Sala de ordenadores		
Materiales y recursos	Ordenadores del aula Anexos: Anexo III		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Grupos formales	<p>Antes de comenzar esta sesión, se distribuirá a los alumnos en grupos de cuatro para trabajar de forma colaborativa. Estos grupos estarán caracterizados por su heterogeneidad, según el criterio del docente en cuanto a las habilidades y capacidades de cada estudiante (Figura 19).</p>  <p>Figura 19. Formación de grupos heterogéneos (autor: Red de Centros de Profesores de Canarias)</p>	2 min	-
Lectura	<p>A continuación, el docente explicará brevemente en qué consistirá la sesión y la metodología a seguir (aprendizaje cooperativo). A cada grupo, se le repartirá un impreso del Anexo III. Este anexo contiene un texto corto titulado “<i>Un viaje por la historia del átomo</i>”, que deberán leer de forma grupal. Posteriormente, se hará una puesta en común de las ideas principales.</p>	8 min	1, 2

Tabla 5. Continuación

SESIÓN 2. Evolución histórica de los modelos atómicos			
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Línea del tiempo	Cada grupo, tomando como base las cuestiones del Anexo III, deberá buscar información sobre aspectos clave en el desarrollo histórico del modelo atómico recogiendo, como mínimo, las ideas de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr, y concluyendo con el modelo mecánico-cuántico actual de Schrödinger. De esta forma, el objetivo de esta actividad es elaborar una línea del tiempo con algún editor de presentaciones (PowerPoint, Canva, Prezi, Genially, etc.). Al finalizar la sesión, un miembro de cada grupo deberá subir el resultado a la plataforma Google Classroom, en el espacio habilitado para ello, de forma que el docente pueda proceder a su evaluación.	50 min	1, 2

Tabla 6. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 3 (elaboración propia)

SESIÓN 3. Partículas subatómicas. Número atómico y número másico			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Tabletas para acceder a los recursos online Anexos: Anexo IV		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Lluvia de ideas	El docente propondrá a sus alumnos/as que exponga sus ideas sobre los conceptos que se repasarán en esta sesión, relacionados con las partículas subatómicas, iones e isótopos, número atómico (Z) y número másico (A). Para asegurar la participación de todos los estudiantes y así obtener una idea global del conocimiento que poseen en relación a estos términos, se hará uso de una plataforma ideada para la hacer una lluvia de ideas (AnswerGarden). Se podrá acceder a este recurso a través del siguiente enlace ³ , con el código 2430986. Según las respuestas obtenidas, el docente valorará la necesidad de hacer más o menos hincapié en dichos conceptos teóricos.	15 min	2

³ Recurso virtual Lluvia de ideas “Partículas subatómicas. Número atómico y número másico”: <https://answergarden.ch/2430986>. Consultado el 23 de abril de 2022

Tabla 6. Continuación

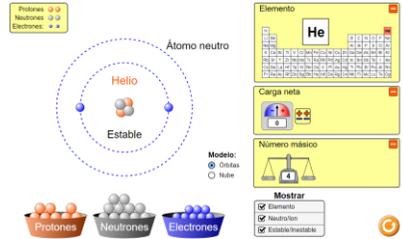
SESIÓN 3. Partículas subatómicas. Número atómico y número másico			
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Simulador PhET	<p>Para fijar los conocimientos, así como detectar y aclarar posibles errores conceptuales, los estudiantes trabajarán con un simulador virtual. Serán dispuestos en grupos de 4 según los equipos-base que se fijaron en la sesión anterior. Posteriormente, deberán acceder al siguiente enlace⁴. Se trata de la Simulación PhET “Construye un átomo” (Figura 20). Con este recurso se pretende que, de forma visual, el alumnado sea capaz de reconocer la importancia de las partículas subatómicas en la identidad de cada elemento y en la formación de iones e isótopos.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 20. Simulación PhET “Construye un átomo”</p>	15 min	2
Aprendizaje cooperativo: 1-2-4	<p>Tras la realización de la simulación anterior, llega el momento de evaluar si los conceptos están realmente afianzados o no. Para ello, con los mismos grupos ya formados, deberán resolver una actividad sencilla planteada por el docente usando la dinámica de aprendizaje cooperativo 1-2-4. El docente planteará la actividad recogida en el Anexo IV. Individualmente (1), cada alumno deberá tratar de resolverlo en un tiempo máximo estimado de 15 minutos. Pasado ese tiempo, por parejas (2) intercambiarán sus respuestas y consensuarán la que van a proponer al resto del grupo. Finalmente, todo el equipo (4) deberá decidir cuál es la respuesta más adecuada al ejercicio planteado por el docente. La actividad será entrega para su evaluación.</p>	30 min	

Tabla 7. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 4 (elaboración propia)

SESIÓN 4. Orbitales atómicos y configuración electrónica			
Lugar	Sala de ordenadores		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Ordenadores del aula Anexos: Anexo V		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Flipped Classroom	<p>Para el aprendizaje de los orbitales atómicos y configuración electrónica, se empleará la metodología Flipped Classroom. Aunque normalmente este sistema de enseñanza-aprendizaje implica que el trabajo previo se realice en casa, en este caso y dado que son conceptos a menudo difíciles de entender, se ha considerado la posibilidad de adaptarla al aula, de forma que el alumnado pueda preguntar dudas al docente en cualquier momento. La actividad será individual.</p> <p>En primer lugar, cada alumno/a deberá visualizar dos vídeos sobre los conceptos a tratar: un primer vídeo sobre los orbitales atómicos (vídeo 1)⁵, y otro sobre configuración electrónica (vídeo 2)⁶. Posteriormente, se deberá cumplimentar el cuestionario disponible en este enlace⁷. Si fuera necesario, se proporcionará a los y las estudiantes el cuestionario en formato papel según el Anexo V. Todo el material está disponible en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Para finalizar la sesión, se realizará un debate en el que se pongan en común las respuestas a las actividades, resolviéndose además las posibles dudas que pudieran surgir.</p>	60	3, 4, 5

⁴ Recurso virtual Simulación PhET “Construye un átomo”: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html. Consultado el 23 de abril de 2022

⁵ Vídeo “Química: Orbitales Atómicos”: <https://youtu.be/p983GOJAtFQ>. Consultado el 23 de abril de 2022

⁶ Vídeo: “Configuración electrónica”: <https://youtu.be/6akU9aYPR08>. Consultado el 23 de abril de 2022

⁷ Recurso virtual “Flipped Classroom. Orbitales atómicos y Configuración electrónica”: <https://forms.gle/KPgHUWnAdKRDiGvD7>. Consultado el 23 de abril de 2022

Tabla 8. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 5 (elaboración propia)

SESIÓN 5. Introducción al Sistema Periódico			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Tabletas para acceder a los recursos online Anexos: Anexo VI		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Rutina de pensamiento: Compara y contrasta	A modo de introducción, el docente explicará brevemente la historia de la Tabla Periódica, haciendo hincapié en los acontecimientos más importantes y en la necesidad de los científicos de la época de establecer una ordenación de los elementos. Posteriormente, por parejas, deberán establecer las semejanzas y diferencias entre la Tabla Periódica de Mendeléiev y la actual, mediante una rutina de pensamiento denominada “Compara y contrasta”, cuya plantilla puede encontrarse en el Anexo VI . Tras finalizar el tiempo estimado de realización, se hará una breve puesta en común de las ideas de cada pareja.	20 min	6, 7, 9
Lección magistral	Una segunda parte de la sesión, será dedicada a la explicación de la disposición y ordenación de la Tabla Periódica actual en 18 grupos o familias y 7 periodos o filas. Como apoyo visual, se empleará el recurso web “ 3D Periodic Table de Google ” ⁸ . Además, servirá de introducción a la nomenclatura de los elementos químicos.	25 min	
Vídeo	Por último, se les propondrá la visualización de un monólogo ⁹ del humorista Manu Sánchez sobre la Tabla Periódica. Aunque carezca de rigor científico, se trata de una manera sencilla y amena de introducir al alumnado en el estudio completo de la misma. Además, se pedirá a los/las estudiantes que estén atentos para identificar algunos errores que comete el humorista en su descripción.	15 min	

⁸ Recurso virtual “3D Periodic Table de Google”: <https://artsexperiments.withgoogle.com/periodic-table/>. Consultado el 24 de abril de 2022

⁹ Vídeo “La Tabla Periódica según Manu Sánchez”: <https://youtu.be/UKuY26mA4o4>. Consultado el 24 de abril de 2022

Tabla 9. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 6 (elaboración propia)

SESIÓN 6. Sesión práctica de repaso			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Tabletas para acceder a los recursos online Anexos: Anexo VII, VIII y IX		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Kahoot!	Basándonos en los conocimientos adquiridos en la sesión anterior, el docente presentará al alumnado un cuestionario online. Para ello, se empleará el recurso Kahoot! Así, de forma lúdica, se les propondrá una serie de preguntas relacionadas con los contenidos que servirán al profesor para evaluar el aprendizaje desarrollado. El recurso se puede visitar a través del siguiente enlace ¹⁰ . Además, las preguntas y sus respuestas se incluyen en el Anexo VII .	15 min	2, 6, 7, 9
Aprendizaje cooperativo: Lápices al centro	El resto de la sesión se aprovechará para hacer algunas actividades a modo de “juegos” para repasar. Se dispondrá a los y las estudiantes según los equipos-base, para trabajar con la dinámica “Lápices al centro”, con el objetivo de propiciar el debate grupal antes de realizar cualquier ejercicio. Una primera actividad (Anexo VIII) consistirá en rellenar una Tabla Periódica muda, para fomentar la interiorización tanto de la nomenclatura a emplear como de la posición de cada elemento en ella. Además, se propondrá que coloreen cada casilla según el grupo al que pertenece el elemento en cuestión. Por otro lado, deberán resolver una sopa de letras y un crucigrama (Anexo IX) sobre los contenidos relacionados con la Tabla Periódica y repaso de la estructura atómica.	45 min	

¹⁰ Cuestionario Kahoot! “Repaso Tabla Periódica”: <https://create.kahoot.it/share/repaso-tabla-periodica/2236d930-3c37-40f7-b12c-1956a20cabab>. Consultado el 24 de abril de 2022

Tabla 10. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 7 (elaboración propia)

SESIÓN 7. Propiedades periódicas			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Anexos: Anexo X		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Lección magistral	Dado el carácter novedoso y complejo de los conceptos a desarrollar en esta sesión, el docente optará por exponerlos íntegramente de forma teórica. En concreto, los contenidos a tratar son los relacionados con las propiedades periódicas: radio atómico, energía de ionización y electronegatividad. Además, se tratará la relación entre la configuración electrónica de un elemento y su posición en la Tabla Periódica. Como complemento, se entregará a cada estudiante una ficha con representaciones gráficas de los contenidos aprendidos (Anexo X).	60	8, 9

Tabla 11. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 8 (elaboración propia)

SESIÓN 8. Química y sociedad			
Lugar	Sala de ordenadores		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Ordenadores del aula		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Aprendizaje por Indagación (ABI)	<p>Una vez estudiados todos los contenidos teóricos propuestos para esta unidad didáctica, se dedicará una sesión y media a la realización y presentación de proyectos. Los alumnos se dispondrán en seis grupos de cinco (tal y como ellos deseen). A continuación, el docente les explicará en qué consistirá el proyecto.</p> <p>Se trata de aplicar la metodología de aprendizaje basada en la indagación. En este caso, el proyecto a realizar se centra en la búsqueda de aplicaciones de ciertos elementos en la vida real. A cada grupo, se le asignará al azar uno o dos elementos de la Tabla Periódica. En base a todo lo aprendido, deberán responder preguntas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿A qué grupo pertenece? ¿Cuál es su configuración electrónica? - ¿Serías capaz de realizar una representación gráfica de su estructura atómica? ¡Inténtalo! - ¿Qué aplicaciones tiene en la vida cotidiana? ¿Dónde podemos encontrarlo? - En base a sus propiedades, ¿por qué crees que se puede usar para eso y no para otra cosa? - ¿Podría ser sustituido por otro elemento con propiedades similares? ¿Cuál? <p>Con esta actividad, se fomentará la capacidad de los y las estudiantes para buscar información y relacionarla con los conceptos desarrollados en la unidad. Además, es una forma sencilla de que vean la aplicabilidad de la ciencia en la sociedad y, cómo todo aquello que aprenden, va mucho más allá del aula y los libros.</p> <p>El resultado final será formato digital libre (vídeo, presentación...) de no más de 5 minutos, y deberá entregarse antes de la siguiente sesión en el espacio destinado para ello en la plataforma Google Classroom.</p>	60 min	Todos los objetivos abordados en la unidad didáctica

Tabla 12. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 9 (elaboración propia)

SESIÓN 9. Presentación de proyectos y apreciaciones finales			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Anexos: Anexo I, XI y XII		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Presentación de trabajos	Cada grupo expondrá su proyecto al resto de sus compañeros/as y al docente, en un tiempo máximo de 5 minutos. Si las hubiere, se harán cuestiones y/o sugerencias. Tras la exposición, cada alumno/a deberá entregar al docente una coevaluación de uno de sus compañeros del grupo (rúbrica de coevaluación, Anexo XI). De esta forma, el alumnado es partícipe del proceso evaluador y, el docente, podrá obtener información de la implicación de cada alumno en el trabajo en grupo.	40 min	Todos los objetivos abordados en la unidad didáctica
Rutina de pensamiento KWL	Cada estudiante recibirá de nuevo el Anexo I (Rutina de pensamiento KWL) sobre el átomo y el sistema periódico. Es el momento de rellenar la última columna. Esta ficha es una fuente de información fundamental para el docente, ya que le permite conocer cómo ha sido el proceso de aprendizaje de todo el alumnado, al mismo tiempo que puede autoevaluar su labor. Permitirá al docente analizar y detectar cuáles son sus intereses más sentidos, sus dificultades principales y sus dudas más urgentes. A partir de esta información se pueden crear materiales instructivos complementarios y actividades.	10 min	
Evaluación de la actividad docente	Por último, el docente distribuirá al alumnado una rúbrica para que le evalúen (Anexo XII). Será totalmente anónima, por lo que irán en formato papel. Se trata de una evaluación objetiva de los estudiantes con respecto al trabajo global del docente.	10 min	-

Tabla 13. Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión 10 (elaboración propia)

SESIÓN 10. Examen final			
Lugar	Aula habitual		
Materiales y recursos	Material escolar habitual Anexos: Anexo XIII		
Tipo de actividad	Descripción y desarrollo	Duración estimada	Objetivos específicos (OE)
Examen final	La última sesión destinada a la presente unidad didáctica, está reservada para la realización de una prueba escrita final. Las cuestiones teórico-prácticas que se proponen en el Anexo XIII , tratan de sintetizar todo lo estudiado, relacionándose en todo momento con los criterios de evaluación y objetivos del tema. Asimismo, la evaluación será por criterios, evaluando cada uno de forma independiente.	60 min	Todos los objetivos abordados en la unidad didáctica

4.7.3. *Materiales y recursos*

Para el correcto desarrollo e implementación de la propuesta didáctica descrita, es necesario el uso y disponibilidad de los siguientes materiales y recursos:

- Libro de texto de la materia Física y Química para 4º ESO. Independientemente de la editorial escogida por el centro educativo, este libro deberá cumplir con la normativa vigente. Servirá de apoyo y guía para todo el alumnado.
- Material escolar habitual. Será necesario cualquier material de uso diario en el aula (lápices, bolígrafos, calculadora, folios, etc.) para la realización de aquellas actividades que no se hagan a través de recursos informáticos.
- Dispositivos con conexión a internet y proyector. Para acceder a los recursos virtuales propuestos, así como para elaborar las actividades que requieran el uso de las TIC, es necesario disponer de dispositivos con conexión a internet. En algunos casos, bastará con el uso de tabletas en el aula habitual; en otros, es recomendable asistir a la sala de ordenadores para un correcto seguimiento de la sesión. Además, es imprescindible la disponibilidad de un proyector en el aula habitual, para que el docente pueda presentar a sus estudiantes y la exposición de los trabajos finales de los estudiantes.
- Plataforma Google Classroom. En esta plataforma, se ha creado una clase virtual titulada *Tema 1: Átomo y Sistema Periódico*, en la que se encuentran los cuestionarios online y links para la entrega de las tareas previstas. Para el acceso, se requiere la siguiente contraseña: *x7ntkhz*, a través de este [enlace](#).
- Otros materiales. Todos los materiales tales como fichas teóricas o actividades entregables, se han incluido en los Anexos I a XIII. Dichos estos impresos pretenden orientar y ayudar al alumnado durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

4.7.4. *Atención a la diversidad*

Según lo establecido en la Orden de 15 de enero de 2021, la atención a la diversidad se puede entender como un *conjunto de actuaciones y medidas educativas que garantizan mejor respuesta a las necesidades y diferencias de todos y cada uno de los alumnos y alumnas en un entorno inclusivo, ofreciendo oportunidades reales de aprendizaje en contexto educativos ordinarios*. De esta forma, hace alusión a una serie de procedimientos educativos que pretenden responder a situaciones individuales de diversa índole, tales como capacidad, ritmo de aprendizaje, aspectos socioeconómicos y culturales, entre otros. Para ello, en el Capítulo III de la citada Orden, y el Capítulo VI del Decreto 111/2016, de 14 de junio, se detallan una serie de principios generales de actuación y medidas de atención a la diversidad. Entre ellas, destacan: programas de refuerzo, adaptaciones curriculares, apoyo en grupos ordinarios, desdoblamiento de

grupos, acción tutorial, así como otras acciones para el alumnado con necesidad específica de apoyo educativo (neae).

Si durante el desarrollo de esta Unidad Didáctica se contase en el aula con algún alumno o alumna con cualquier necesidad educativas especiales (discapacidad, trastornos graves del desarrollo, trastorno de atención, etc.), en todo momento se trataría de un modo de actuación coordinado entre el profesorado correspondiente y el departamento de orientación del instituto. En estos casos particulares, se llevarían a cabo adaptaciones curriculares individualizadas significativas, modificándose ciertos elementos curriculares, previa evaluación psicopedagógica del estudiante. Podría también ocurrir que hubiera ciertos alumnos/as con un desfase curricular poco importante. En estos casos, se realizarían adaptaciones no significativas, afectando sobre todo a la metodología y contenidos, pero no a objetivos ni criterios de evaluación. Por ello, se ha contemplado la propuesta de diversas actividades y metodologías que fomentan la inclusión, el trabajo en grupo y la potencialización de otras capacidades individuales. Por último, para estudiantes con altas capacidades se opta por la flexibilización curricular y la asistencia a un programa de tipo PECAI (Programa de Enriquecimiento Curricular para Altas capacidades Intelectuales). Además, se les dará la opción de realizar actividades de ampliación si así lo desean.

4.8. Evaluación

La evaluación educativa es una herramienta fundamental durante el proceso enseñanza-aprendizaje. Se trata de un proceso abierto que trata de identificar y tratar datos recogidos sobre la situación del alumnado en el contexto en que se aplica, tanto para valorarlo como para la toma de decisiones. Tal y como menciona Mora Vargas (2004), la evaluación puede entenderse de una forma u otra en función de las necesidades, propósitos u objetivos, valorando en qué situaciones educativas conviene valorar, medir o combinar ambas concepciones. Es por ello que, la evaluación es realmente un proceso largo que, en ningún caso, debería ser sistemático; más bien debería tratarse como un recurso permanente y objetivo en base a la información que recoge, encaminado sobre todo a orientar al alumnado.

Según la Orden de 15 de enero de 2021 y el Decreto 111/2016, de 14 de junio, la evaluación del proceso de aprendizaje debe ser continua, formativa, diferenciada y objetiva, siendo en todo momento un instrumento de mejora a considerar tanto por parte del docente (en su labor de enseñar), como por parte del alumnado (durante su aprendizaje). Además, al tomar como referentes los criterios de evaluación de las diferentes materias del currículo, esta tendrá un carácter criterial, desarrollándose a través de estándares de aprendizaje evaluables, considerados como orientadores de la misma.

4.8.1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Aludiendo Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, los criterios de evaluación son el referente específico encaminado a evaluar el aprendizaje del alumnado, describiendo aquello que se pretende valorar y que los/las estudiantes deben alcanzar (en términos de conocimientos y competencias). Por su parte, los estándares de aprendizaje evaluables hacen mención a aclaraciones de los criterios de evaluación que permiten enunciar y concretar lo que se debe haber aprendido y comprendido a lo largo de la materia. Han de ser observables, medibles y evaluables.

Para el caso concreto que nos ocupa, la Tabla 14 refleja la relación entre los contenidos a desarrollar y los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje asociados.

Tabla 14. Relación entre los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables (elaboración propia)

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<i>Bloque 1. La actividad científica</i>		
<p>1.1. La investigación científica.</p> <p>1.7. Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico.</p> <p>1.8. Proyecto de investigación.</p>	<p>1.1. Reconocer que la investigación científica es una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución influida por el contexto económico y político. CAA, CSC.</p> <p>1.8. Elaborar y defender un proyecto de investigación, aplicando las TIC. CCL, CD, CAA, SIEP.</p>	<p>1.1.1. Describe hechos históricos relevantes en los que ha sido definitiva la colaboración de científicos y científicas de diferentes áreas de conocimiento.</p> <p>1.1.2. Argumenta con espíritu crítico el grado de rigor científico de un artículo o una noticia, analizando el método de trabajo e identificando las características del trabajo científico.</p> <p>1.8.1. Elabora y defiende un proyecto de investigación, sobre un tema de interés científico, utilizando las TIC.</p>

Tabla 14. Continuación

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. La materia		
<p>2.2. Modelos atómicos</p> <p>2.3. Sistema Periódico y configuración electrónica</p>	<p>2.1. Reconocer la necesidad de usar modelos para interpretar la estructura de la materia utilizando aplicaciones virtuales interactivas para su representación e identificación. CMCT, CD, CAA.</p> <p>2.2. Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica. CMCT, CAA.</p> <p>2.3. Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC. CMCT, CAA.</p>	<p>2.1.1. Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria su evolución.</p> <p>2.2.1. Establece la configuración electrónica de los elementos representativos a partir de su número atómico para deducir su posición en la Tabla Periódica, sus electrones de valencia y su comportamiento químico.</p> <p>2.2.2. Distingue entre metales, no metales, semimetales y gases nobles justificando esta clasificación en función de su configuración electrónica.</p> <p>2.3.1. Escribe el nombre y símbolo de los elementos químicos y los sitúa en la Tabla Periódica.</p>

4.8.2. Instrumentos y criterios de evaluación

El artículo 39 del Capítulo IV de la Orden de 15 de enero de 2021, establece que la evaluación del alumnado será llevada a cabo por el docente de forma continuada, a través de la observación de su evolución a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. A tal efecto, se requiere el uso de distintos instrumentos que, en todo momento, se ajusten a los criterios de evaluación y a las necesidades específicas de los/las estudiantes.

Así pues, teniendo en cuenta lo descrito por la normativa, a continuación se detallan los instrumentos de evaluación a considerar durante el desarrollo de la presente Unidad Didáctica, englobándose en tres grandes bloques:

- Actitud y participación (5 %). La evaluación de la actitud y participación del alumnado se realizará a través de su observación directa, participación en clase, interés, etc. Se empleará una escala de valoración según la rúbrica del [Anexo XIV](#).
- Trabajo diario y entrega de actividades (45 %). Todos los trabajos y actividades que se hagan a lo largo de las diferentes sesiones, computarán un porcentaje específico. La Tabla 15 recoge el peso de cada una de ellas, y su relación con los criterios de evaluación y competencias (perfil competencial).
- Examen final (50 %). El examen final ([Anexo XIII](#)) cuenta con un total de 9 preguntas de carácter teórico-práctico, asociadas a cada uno de los criterios de evaluación. Cada criterio contará con una calificación máxima de 10 puntos. La calificación final del examen será, en este caso, la media aritmética de la calificación de cada criterio.

Tabla 15. Perfil competencial de la Unidad Didáctica “Átomo y Sistema Periódico”

Actividades	Peso calificación	Criterios de evaluación					Competencias clave						
		1.1	1.8	2.1	2.2	2.3	CCL	CMCT	CD	CAA	CSC	SIEP	CEC
Sesión 2. Actividad grupal: Línea del tiempo	10 %	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓		
Sesión 3. Actividad grupal: Partículas subatómicas. Número atómico y número másico	15 %			✓				✓	✓	✓			
Sesión 4. Actividad individual: Cuestionario Flipped Classroom	20 %				✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Sesión 6. Actividad grupal: Actividades de repaso	15 %			✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Sesión 8 y 9. Actividad grupal: Elaboración y defensa de un proyecto (ABI)	40 %	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cómputo global de las actividades	45 %												
Sesión 10. Examen final	50 %			✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓

Por último, tal y como se indica en la Disposición adicional sexta del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, los resultados finales de la evaluación en Educación Secundaria Obligatoria se indicarán mediante una calificación numérica sin decimales, en una escala desde 1 a 10, de la forma que sigue:

- Insuficiente (IN): 1, 2, 3 o 4.
- Suficiente (SU): 5.
- Bien (BI): 6.
- Notable (NT): 7 u 8.
- Sobresaliente (SB): 9 o 10.

Si algún alumno/a no alcanza la calificación mínima para aprobar, deberá presentarse a un examen de recuperación, cuyo peso porcentual será el mismo a la prueba escrita de la convocatoria ordinaria. En cualquier caso, se respetarán las notas obtenidas con el resto de actividades propuestas.

4.8.3. *Evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje*

En el artículo 20 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se cita que *“los profesores evaluarán tanto los aprendizajes del alumnado como los procesos de enseñanza y propia práctica docente, para lo que establecerán indicadores de logro en las programaciones didácticas”*.

La evaluación continua del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del docente es un factor fundamental para averiguar si, realmente, la metodología empleada está siendo efectiva. A tales efectos, de forma trimestral, los diferentes profesores/as del Departamento se reúnen para analizar la marcha de la programación y realizar un análisis crítico de los resultados obtenidos. Estas reuniones (a las cuales tuve la oportunidad de acudir durante la realización del Prácticum), son un punto de encuentro para, entre otros:

- Analizar de forma crítica los resultados de la evaluación.
- Valorar la adecuación de los recursos didácticos y materiales, así como la distribución temporal de los contenidos.
- Evaluar el grado de cumplimiento de los contenidos según la temporalización prevista.
- Realizar propuestas de mejora.

Además, cada docente debe realizar una reflexión autocrítica sobre sus intervenciones en el aula. Lo idóneo en este caso es que, al finalizar cada unidad didáctica o trimestre, se establezca una comunicación directa con los y las estudiantes para conocer sus impresiones. En este sentido, se les puede repartir un cuestionario o rúbrica (como la recogida en el Anexo XII) para que sean ellos mismos los que, de forma anónima, evalúen su labor como docente. De esta forma, se les hace también partícipes de un proceso evaluador, construyendo un instrumento de gran utilidad para mejorar su actividad profesional.

5. CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas, la labor desempeñada por los docentes es imprescindible para el avance de la sociedad, pues son uno de los principales responsables de la preparación de individuos plenamente capacitados y conscientes de la situación social, económica y política del contexto actual.

Frente a este enorme compromiso, la formación de futuros profesionales del ámbito de la enseñanza es esencial para garantizar el progreso. Sin embargo, no todo vale. Se necesitan profesores y profesoras actualizados, capaces de adaptarse al cambio y con estrategias que respondan a todo tipo de necesidades en el aula.

El Trabajo Fin de Máster aquí presentado, supone el culmen de un curso académico de formación como docente. Frente a un modelo de enseñanza en el que, como ya se ha dicho, no todo vale, esta propuesta didáctica pretende servir de inspiración para la adopción de diversas metodologías innovadoras que, en el ámbito de las ciencias, sean capaces de mejorar la comprensión y motivación del alumnado. Se han puesto de manifiesto la gran importancia de las ideas previas como herramienta clave para programar una secuencia de actividades; la importancia de conocer la historia de todo aquello que, a día de hoy, nos parece tan cotidiano; la necesidad de atender a la diversidad en el aula, fomentando siempre la colaboración y el respeto, así como la potenciación de otras muchas capacidades como la creatividad...

Como fiel amante de las ciencias en general, y de la Química en particular, considero que el conocimiento nos protege del engaño, nos permite avanzar con pasos seguros y ser personas capaces. Tal y como ocurre en Investigación en Ciencias Experimentales, a medida que se aprende algo nuevo, se abren más y más frentes por descubrir, haciéndose cada vez más infinita.

Algo similar ocurre en la enseñanza. Y, como docentes, debemos estar preparados para actuar y atender cualquier necesidad, propiciando siempre aprendizajes de calidad para formar, el día de mañana, a hombres y mujeres de bien.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Althoff, J. (2012). Presocratic discourse in poetry and prose: The case of Empedocles and Anaxagoras. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 43(2), 293–299. <https://doi.org/10.1016/J.SHPSA.2011.12.016>
- Alzate, M. V. (2005). Elemento, sustancia simple y átomo tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 179–193.
- Arellano, I. de J. (2021). ¿Hacia una nueva “tabla periódica”? *Revista Digital Universitaria*, 22(2).
- Atkins, P. W., Jones, L., & Gismondi, M. I. (2006). *Principios de química : los caminos del descubrimiento*.
- Ausubel, D. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267–272.
- Boveri, M. (2014). El nacimiento del átomo cuántico: una breve historia de sus comienzos. *Anales de Química*, 110(2), 162–168.
- Bruner, J. (1986). *Actual minds, possible words*. Harvard University Press.
- Camelo Solano, S. P., Lozano Saavedra, D. M., & Reyes Neira, I. A. (2018). Las rutinas de pensamiento : una forma de visibilizar la comprensión lectora en los estudiantes de la Escuela Normal Superior de Ibagué (ENSI). *Instname:Universidad de Los Andes*. <http://hdl.handle.net/1992/34680>
- Chadwick, J. (1932). Possible Existence of a Neutron. *Nature* 1932 129:3252, 129(3252), 312–312. <https://doi.org/10.1038/129312a0>
- Cohen, M. (1991). Individual Learning and Organizational Routine: Emerging Connections. *Organization Science*, 2(1), 1–147.
- Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guevara, N. G., Togasi, A. G., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E., & Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320–329. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30032-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30032-6)
- de Lima, G., Barbosa, L., & Filgueiras, C. (2019). ORIGENS E CONSEQUÊNCIAS DA TABELA PERIÓDICA, A MAIS CONCISA ENCICLOPÉDIA CRIADA PELO SER HUMANO. *Química Nova*, 42(10), 1125–1145.
- Esteban Santos, S. (2010a). *Introducción a la historia de la Química*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Esteban Santos, S. (2010b). *La Historia del Sistema Periódico*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

- Flipped Learning Network. (2014). What is flipped learning? The four pillars of FLIP. *Retrieved January, 10.*
- FRANKLIN, A. (1997). Millikan's Oil-Drop Experiments. *The Chemical Educator* 1997 2:1, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/S00897970102A>
- Higueras, M. (2013). El atomismo molecular de Gassendi y la concepción corpuscular de la materia en el joven Leibniz. *Cultura. Revista de História e Teoria Das Ideias*, 32, 255–270. <https://doi.org/10.4000/CULTURA.2062>
- Izquierdo Sañudo, M. C., Peral Fernández, F., de la Plaza Pérez, M. Á., & Troitiño Núñez, M. D. (2013). *Evolución histórica de los principios de la Química*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. [Aprendizaje cooperativo en el siglo XXI]. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 841–851. <https://doi.org/10.6018/ANALESPS.30.3.201241>
- Katz, M. (2018). Robert Boyle y el concepto de elemento. *Historia de La Ciencia*.
- Leal, W., & Restrepo, G. (2019). Formal structure of periodic system of elements. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 475(2224). <https://doi.org/10.1098/RSPA.2018.0581>
- Lederman, N., Lederman, J., & Antink, A. (2013). Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Linares, R. (2005). Elemento, átomo y sustancia simple. Diferentes lecturas de la tabla periódica. *Enseñanza de Las Ciencias, Número Extra. VII Congreso*, 1–7. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp242eleato.pdf
- Lorch, M. (2019). Arranging the elements: the evolving design of the periodic table. *Science in School*, 47.
- Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J., Díaz, I. A., Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J., & Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza- Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información Tecnológica*, 29(2), 41–52. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041>
- Molina C., M. F., Palomeque-Forero, L. A., Molina C., M. F., & Palomeque-Forero, L. A. (2019). La tabla periódica como fundamento para el aprendizaje de la Química y la construcción de conocimiento. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 285–290. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.904>
- Mora Vargas, A. I. (2004). La evaluación educativa: concepto, períodos y modelos. *Actividades Investigativas En Educación*, 4(2), 1–28.

- Ocampo, J., Doria, J., & Rivera, J. (2010). *Química - Volumen I. Libro Interactivo* (Vol. 1). Fondo Editorial Pascual Bravo.
- Peña-Hueso, A., Ramírez Trejo, R., & Esparza Ruiz, A. (2006). La Tabla Periódica nos cuenta su historia. *Cinvestav*, 58–71.
- Petrucci, R., Herring, G., Madura, J., & Bissonnette, C. (2011). *Química General. Principios y aplicaciones modernas* (10th ed.). Pearson.
- Ritchhart, R. (2004). *Intellectual character: What it is, why it matters, and how to get it* (John Wiley & Sons).
- Robledo, P., Fidalgo, R., Arias, O., & Álvarez, M. L. (2015). Percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias a través de diferentes metodologías activas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 369–383. <https://doi.org/10.6018/RIE.33.2.201381>
- Román Polo, P. (2015). La tabla periódica de los elementos químicos para niños y abogados. *Anales de Química*, 111(4), 247–253.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(2), 286–299. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335>
- Rutherford, E. (1914). The structure of the Atom. *Philosophical Magazine*, 27, 488–498.
- Sánchez, N. (2018). Clase invertida y aprendizaje basado en proyectos en el aula de Biología : un proyecto de innovación para 1.º de ESO : valoración de la experiencia. *Enseñanza and Teaching*, 36, 81–110. <https://doi.org/10.14201/ET201836181110>
- Scerri, E. (2008). The Role of Triads in the Evolution of the Periodic Table: Past and Present. *Journal of Chemical Education*, 85(4), 585–589. <https://doi.org/10.1021/ED085P585>
- Scerri, E. (2011). El pasado y el futuro de la tabla periódica Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate. *Educación Química*, 19(3).
- THAGARD, P., & TOOMBS, E. (2005). ATOMS, CATEGORIZATION AND CONCEPTUAL CHANGE. *Handbook of Categorization in Cognitive Science*, 243–254. <https://doi.org/10.1016/B978-008044612-7/50065-2>
- Tok, Ş. (2013). Effects of the know-want-learn strategy on students' mathematics achievement, anxiety and metacognitive skills. *Metacognition and Learning*, 8(2), 193–212. <https://doi.org/10.1007/S11409-013-9101-Z/TABLES/1>
- Val, O. (2015). Historia de la evolución de la tabla periódica de los elementos químicos: un ejemplo más de la aplicación del método científico. *Anales de Química*, 112(2), 109–117.
- Velasco, J., & Buteler, L. (2017). Computational simulations in physics education: A critical review of the literature. *Enseñanza de Las Ciencias*, 35(2), 161–178. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.2117>

ANEXO I. Rutina de pensamiento KWL (*Know – Want – Learn*) (elaboración propia)

Nombre _____ Nº _____ Grupo _____ Fecha _____

El átomo y el Sistema Periódico		
K ¿Qué sé? What I already know?	W ¿Qué me gustaría saber? What I want to know?	L ¿Qué he aprendido? What I have learned?
		

ANEXO II. Cuestionario Inicial (elaboración propia)

¿Qué sabes de... átomo y sistema periódico?

Nombre _____ Nº _____ Grupo _____ Fecha _____

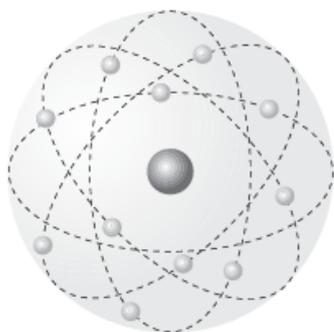
Lee detenidamente las siguientes preguntas y contesta según lo que conozcas. Recuerda: no es un examen ni cuenta para la nota final.

Si tienes acceso a internet, podrás encontrar este cuestionario en el siguiente enlace: <https://forms.gle/1SdXByKKfetHZemk6>, o accediendo a la tarea pendiente denominada "Cuestionario inicial Tema 1" en la plataforma Google Classroom.

1 Completa los huecos vacíos que aparecen en las siguientes frases

- a) La materia está formada por partículas _____ denominadas átomos
- b) Dos o más átomos se unen para formar _____
- c) Todos los átomos de un mismo elemento son _____
- d) Tres partículas elementales que constituyen el átomo son: _____, _____ y _____

2 ¿Qué crees que representa la siguiente imagen?



3 Señala verdadero o falso

- a) Mendeléiev ordenó la Tabla Periódica según orden creciente de peso atómico
- b) Un elemento químico puede descomponerse mediante procedimientos químicos
- c) Los antiguos griegos consideraban el aire como uno de los "cuatro elementos". En la actualidad, sabemos que el aire es una mezcla
- d) Si la masa atómica de un elemento es 55,8, entonces su número atómico es también 55,8

4 *¿Cómo se ordenan los elementos de la Tabla Periódica actual?*

- En grupos y periodos
- En orden creciente de número atómico
- Las dos respuestas son correctas

5 *¿Cuál de estos elementos es fundamental para el desarrollo de los huesos?*

- K
- Ca
- H

6 *De los siguientes elementos de la lista, señala cuál o cuáles forman parte del grupo de los gases nobles*

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> H | <input type="checkbox"/> Ne | <input type="checkbox"/> F |
| <input type="checkbox"/> He | <input type="checkbox"/> Xe | <input type="checkbox"/> Ar |
| <input type="checkbox"/> Rn | <input type="checkbox"/> Br | <input type="checkbox"/> Cs |

7 *Clasifica los siguientes elementos en metales o no metales: oro, plata, fósforo, azufre, hierro, arsénico, yodo, platino*

Metales:

No metales:

8 *Y por último, reflexiona... ¿qué pasaría si no existieran los átomos?*

Soluciones

Pregunta 1

- a) indivisibles
- b) moléculas
- c) iguales
- d) protón, neutrón y electrón

Pregunta 2

Se trata del modelo atómico de Bohr, según el cual los electrones solo pueden ocupar unas órbitas determinadas en la corteza atómica.

Pregunta 3

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) Verdadero
- d) Falso

Pregunta 4

- En grupos y periodos
- En orden creciente de número atómico
- Las dos respuestas son correctas

Pregunta 5

- K
- Ca
- H

Pregunta 6

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> H | <input checked="" type="checkbox"/> Ne | <input type="checkbox"/> F |
| <input checked="" type="checkbox"/> He | <input checked="" type="checkbox"/> Xe | <input checked="" type="checkbox"/> Ar |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rn | <input type="checkbox"/> Br | <input type="checkbox"/> Cs |

Pregunta 7

Metales: oro, plata, hierro, platino

No metales: fósforo, azufre, arsénico, yodo

Pregunta 8

(Respuesta libre) En definitiva, que no habría ni estrellas, ni planetas ni, mucho menos, vida.

ANEXO III. Evolución histórica de los modelos atómicos. Línea del tiempo

Un viaje por la historia del átomo

Imagina que coges una hoja de papel de aluminio y la troceas muchas veces, ¿serías capaz de dividirla infinitamente en trozos cada vez más y más pequeños? ¿Seguirían esos trozos siendo aluminio? En la Antigua Grecia, los filósofos de la época reflexionaron mucho sobre esta cuestión. Leucipo de Mileto (s. V a.C.) supuso que, tras realizar muchas divisiones, podríamos llegar a obtener una partícula de un tamaño tan pequeño que sería imposible volver a dividirla más veces. Su discípulo Demócrito de Abdera (460 – 370 a.C.), llamó a esos trocitos “átomos” (del griego, indivisible). Sin embargo, otros filósofos como Aristóteles de Estagira (384 – 322 a.C.), rechazaron la existencia la existencia de estos átomos indivisibles al resultarles paradójicas. En concreto, se llegó a pensar que todas las sustancias estaban realmente originados por la mezcla de cuatro elementos fundamentales: agua, tierra, aire y fuego. De hecho, por el enorme prestigio de Aristóteles, nadie cuestionó sus ideas, y los átomos fueron olvidados durante más de 2000 años. Los filósofos griegos no experimentaban; solo pensaba, creyendo que la mente era la única vía para llegar a conocer la verdad absoluta¹¹.

Ahora es tu turno... Un **modelo atómico** es una representación que es capaz de especificar las diferentes partes que tiene un átomo y cómo se disponen para formar un todo. A lo largo de los años, científicos como Dalton, Thomson, Rutherford o Bohr, sugirieron diferentes modelos que nos han permitido llegar a la concepción actual de qué es un átomo (el modelo mecánico-cuántico). Como resultado, sabemos que el átomo está compuesto por:

- Una zona central (núcleo) que concentra toda la carga positiva (protones) y la mayor parte de su masa (protones + neutrones). El número de protones es invariable para los átomos de un mismo elemento; mientras que la cantidad de neutrones puede variar.
- Una zona externa (corteza) donde se hallan los electrones girando alrededor del núcleo. Estos electrones están cargados negativamente y hay tantos como protones en el núcleo, por lo que, en su conjunto, el átomo es eléctricamente neutro.

¹¹ Texto adaptado de:

<http://www.edu.xunta.gal/centros/iespolitecnicovigo/system/files/TEMA%205%20MODELOS%20AT%C3%93MICOS.pdf>. Consultado el 22 de abril de 2022

Sabiendo todo esto, ¡comencemos a trabajar! Por grupos, realizad las siguientes actividades:



Busca información sobre los aspectos más importantes de los cuatro modelos atómicos principales propuestos a lo largo de la historia. ¿Cuál es el modelo atómico actual? ¿En qué se basa?



Usando cualquier editor de presentaciones, elabora una línea del tiempo acerca de la evolución histórica de los modelos atómicos. Incluye la información encontrada para cada uno de ellos.



Recuerda incluir todas las referencias bibliográficas que hayas empleado.



Al finalizar la clase, un miembro de cada grupo deberá subir el resultado a la plataforma Google Classroom en el espacio habilitado para ello, denominado “Entrega línea del tiempo (modelos atómicos)”.

ANEXO IV. Aprendizaje cooperativo: 1-2-4 (elaboración propia)

Alumno/a 1 _____ Grupo _____ Fecha _____

Alumno/a 2 _____

Alumno/a 3 _____

Alumno/a 4 _____

Con ayuda de la Tabla Periódica, completa estas tablas:

Nombre	Símbolo	Z	A	p ⁺	e ⁻	n
Calcio		20				20
	$^{52}_{24}\text{Cr}$					
Plata		47				60
				16	16	16
	$^{19}_9\text{F}$			9		
Sodio					11	12

Símbolo	¿Isótopo o ion?	Z	A	p ⁺	e ⁻	n
$^9_4\text{Be}^{2+}$		4				5
$^{14}_6\text{C}$				6	6	
	Ion	26			24	30
$^{35}_{17}\text{Cl}^-$			35			
	Isótopo	7				8
$^{16}_8\text{O}^{2-}$						8

Soluciones

Nombre	Símbolo	Z	A	p ⁺	e ⁻	n
Calcio	${}^{40}_{20}\text{Ca}$	20	40	20	20	20
Cromo	${}^{52}_{24}\text{Cr}$	24	52	24	24	28
Plata	${}^{107}_{47}\text{Ag}$	47	107	47	47	60
Azufre	${}^{32}_{16}\text{S}$	16	32	16	16	16
Flúor	${}^{19}_9\text{F}$	9	19	9	9	10
Sodio	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	23	11	11	12

Símbolo	¿Isótopo o ion?	Z	A	p ⁺	e ⁻	n
${}^9_4\text{Be}^{2+}$	Ion	4	9	4	2	5
${}^{14}_6\text{C}$	Isótopo	6	14	6	6	8
${}^{56}_{26}\text{Fe}^{2+}$	Ion	26	56	26	24	30
${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$	Ion	17	35	17	18	18
${}^{15}_7\text{N}$	Isótopo	7	15	7	7	8
${}^{16}_8\text{O}^{2-}$	Ion	8	16	8	10	8

ANEXO V. Flipped Classroom (elaboración propia)

Orbitales atómicos y configuración electrónica

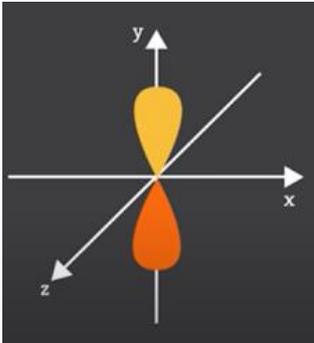
Nombre _____ Nº _____ Grupo _____ Fecha _____

Una vez que hayas visualizados los dos videos que encontrarás en la plataforma Google Classroom, deberás responder estas preguntas breves para demostrar todo lo que has aprendido.

Si tienes acceso a internet, podrás encontrar este cuestionario en el siguiente enlace: <https://forms.gle/ReDsN48quSQVLn2fA>, o accediendo a la tarea pendiente sobre Flipped Classroom en la plataforma Google Classroom.

1 ¿Qué es un orbital atómico?

2 ¿Qué orbital representa la figura?

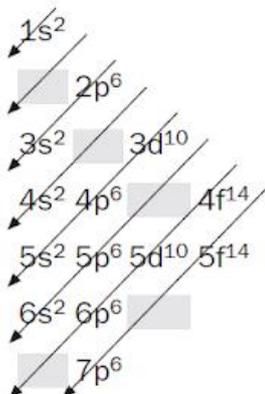


- s
- p
- d
- f

3 Indica cuántos electrones tiene un átomo si su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$

4

Para escribir la configuración electrónica de un elemento, se suele usar el diagrama de Möeller. ¿Podrías completar los huecos que faltan?

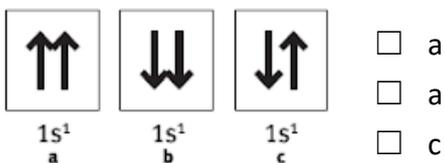


5

Indica cuántos electrones caben en los siguientes subniveles: 3s, 5p, 6d y 10f

6

Teniendo en cuenta el principio de exclusión de Pauli, ¿cuál de estas representaciones es la correcta



7

Escribe la configuración electrónica de los átomos neutros de litio ($Z = 3$), sodio ($Z = 11$) y cloro ($Z = 17$)

Soluciones

Pregunta 1

Un orbital atómico es la región del espacio donde la probabilidad de encontrar un electrón es muy alta.

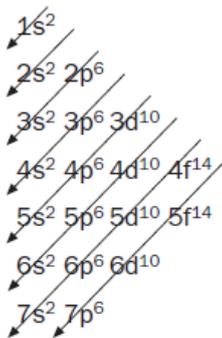
Pregunta 2

- s
- p
- d
- f

Pregunta 3

21 electrones

Pregunta 4



Pregunta 5

3s: 2 electrones
5p: 6 electrones
6d: 10 electrones
10f: 14 electrones

Pregunta 6

- a
- b
- c

Pregunta 7

Li: 1s² 2s¹
Na: 1s² 2s² 2p⁶ 3s¹
Cl: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁵

ANEXO VI. Rutina de pensamiento: Compara y contrasta (elaboración propia)

Tabla Periódica de Mendeléiev

			K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	—	—
			Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	—	—
			—	? Yt = 88?	Di = 138?	Er = 178?	—
			Ti = 48	Zr = 90	Ce = 140?	? La = 180?	Th = 231
			V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
			Cr = 52	Mo = 96	—	W = 186	U = 240
			Mn = 55	—	—	—	—
			Fe = 56	Ru = 104,4	—	Os = 199	—
			Cu = 63	Rh = 104,4	—	Ir = 198	—
			Ni = Co = 59	Rd = 106,6	—	Pt = 197,4	—
			Zn = 65	Ag = 108	—	Au = 197?	—
			—	Cd = 112	—	Hg = 200	—
			—	In = 113	—	Tl = 204	—
			—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
			—	Sb = 122	—	Bi = 210	—
			—	Te = 128?	—	—	—
			—	J = 127	—	—	—
Typische	Elemente						
H = 1	Li = 7	Na = 23					
	Be = 9,4	Mg = 24					
	B = 11	Al = 27,4					
	C = 12	Si = 28					
	N = 14	P = 31					
	O = 16	S = 32					
	F = 19	Cl = 35,5					

Tabla Periódica actual

The image shows the modern IUPAC periodic table of elements, which is a grid of 118 elements arranged in 7 rows and 18 columns. It includes the lanthanide and actinide series at the bottom. The table is color-coded by groups and includes the element name, symbol, and atomic number for each element.

¿En qué se parecen?

¿En qué se diferencian?

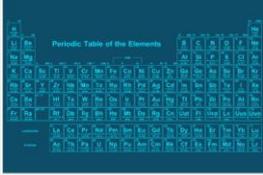
	← →	
	← →	
	← →	
	← →	
	← →	

En conclusión...

ANEXO VII. Kahoot! Repaso Tabla Periódica (elaboración propia)

¿Quién descubrió la Tabla Periódica

16



0 Respuestas

▲ Dalton

◆ Newton

● Mendeleiev

■ Demócrito

Mendeléiev

¿Cuál es el símbolo del Flúor?

18



0 Respuestas

▲ F

◆ Fl

● Fu

■ Fr

F

Los elementos están ordenados por número atómico creciente

16



0 Respuestas

◆ Verdadero

▲ Falso

Verdadero

La Tabla Periódica se distribuye en:

17



0 Respuestas

▲ Periodos

◆ Grupos

● Grupos y periodos

■ Grupos al azar

Grupos y periodos

¿Cuántos elementos se conocen en la actualidad?

18



0 Respuestas

▲ 63 ◆ 220
● 98 ■ 118

118

¿Qué significan las letras A y Z?

18



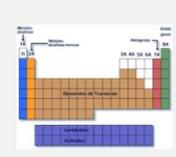
0 Respuestas

▲ Número másico y número atómico ◆ Número de protones y número de electrones
● Número atómico y número de neutrones ■ Peso atómico y número másico

Número másico y número atómico

¿Qué elementos forman parte de los alcalinos?

17



0 Respuestas

▲ K y Cs ◆ Na y Li
● Fr y Rb ■ Todas son correctas

Todas son correctas

¿Qué significa As?

18



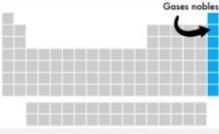
0 Respuestas

▲ Astatio ◆ Arsénico
● Actinio ■ Antimonio

Arsénico

Es un gas noble...

18



0 Respuestas

H
 O
 Ar
 Ninguna es correcta

Ar

¿A qué grupo pertenece el Selenio?

18



0 Respuestas

Metales alcalinos
 Metales alcalinotérreos
 Gases nobles
 No metales

No metales

ANEXO IX. Actividades de repaso

Actividades de repaso

Nombre _____ Nº _____ Grupo _____ Fecha _____

1

SOPA DE LETRAS. Encuentra 12 elementos de la Tabla Periódica y determina sus números atómicos y símbolo.

S	A	S	L	E	U	Q	I	N	Z
O	I	H	P	N	O	J	H	U	X
D	I	L	A	L	B	O	R	O	F
I	W	T	I	Ñ	L	U	B	X	R
O	Q	Y	R	C	N	F	D	I	R
A	D	E	T	H	I	D	R	G	Q
G	K	H	E	L	I	O	L	E	O
T	F	A	E	G	R	C	Z	N	I
A	Z	U	F	R	E	R	Q	O	C
E	U	Y	E	S	J	L	P	A	N
K	I	I	O	A	U	Y	R	X	A
F	H	Q	A	E	F	L	U	O	R
T	Ñ	U	E	U	F	H	X	D	F
O	I	R	U	C	R	E	M	A	T
Q	D	E	F	H	L	U	O	A	V

2

CRUCIGRAMA

Horizontales. 1. Propiedad del átomo. 2. Una de las partes del átomo. 4. Átomos con el mismo número atómico pero distinto número másico. 6. Partícula cargada negativamente. 8. Elemento con 89 protones. 9. Elemento con número atómico 30. 10. Padre de la primera teoría atómica.

Verticales. 1. Acción de ganar o perder electrones. 3. Zona en la que se encuentran los electrones en el átomo. 5. (Al revés) Combustible de carbono. 7. Elementos con números atómicos entre 57 y 70. 8. Modelo que explica la estructura del átomo.

1											
		5				2		3			
4											
				6	7						
	8							9			
					10						

Soluciones

1	<i>SOPA DE LETRAS</i>
----------	-----------------------

S	A	S	L	E	U	Q	I	N	Z
O	I	H	P	N	O	J	H	U	X
D	I	L	A	L	B	O	R	O	F
I	W	T	I	Ñ	L	U	B	X	R
O	Q	Y	R	C	N	F	D	I	R
A	D	E	T	H	I	D	R	G	Q
G	K	H	E	L	I	O	L	E	O
T	F	A	E	G	R	C	Z	N	I
A	Z	U	F	R	E	R	Q	O	C
E	U	Y	E	S	J	L	P	A	N
K	I	I	O	A	U	Y	R	X	A
F	H	Q	A	E	F	L	U	O	R
T	Ñ	U	E	U	F	H	X	D	F
O	I	R	U	C	R	E	M	A	T
Q	D	E	F	H	L	U	O	A	V

Elemento	Símbolo	Número atómico (Z)
Sodio	Na	11
Hierro	Fe	26
Oxígeno	O	8
Azufre	S	16
Níquel	Ni	28
Flúor	F	9
Mercurio	Hg	80
Francio	Fr	87
Silicio	Si	14
Cloro	Cl	17
Helio	He	2
Boro	B	5

2 CRUCIGRAMA

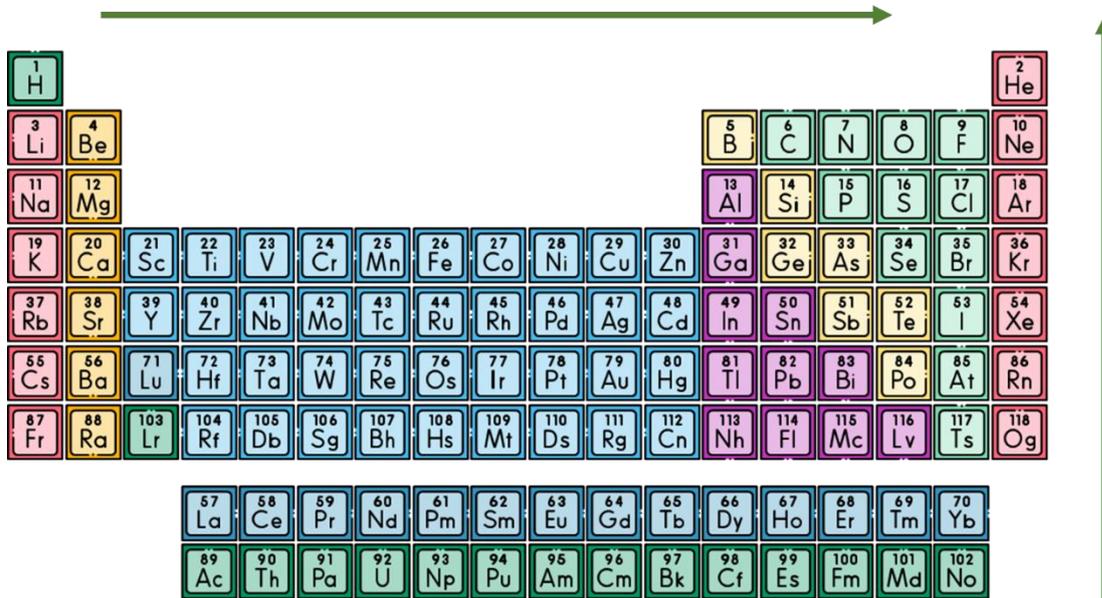
Horizontales. 1. Propiedad del átomo. 2. Una de las partes del átomo. 4. Átomos con el mismo número atómico pero distinto número másico. 6. Partícula cargada negativamente. 8. Elemento con 89 protones. 9. Elemento con número atómico 30. 10. Padre de la primera teoría atómica.

Verticales. 1. Acción de ganar o perder electrones. 3. Zona en la que se encuentran los electrones en el átomo. 5. (Al revés) Combustible de carbono. 7. Elementos con números atómicos entre 57 y 70. 8. Modelo que explica la estructura del átomo.

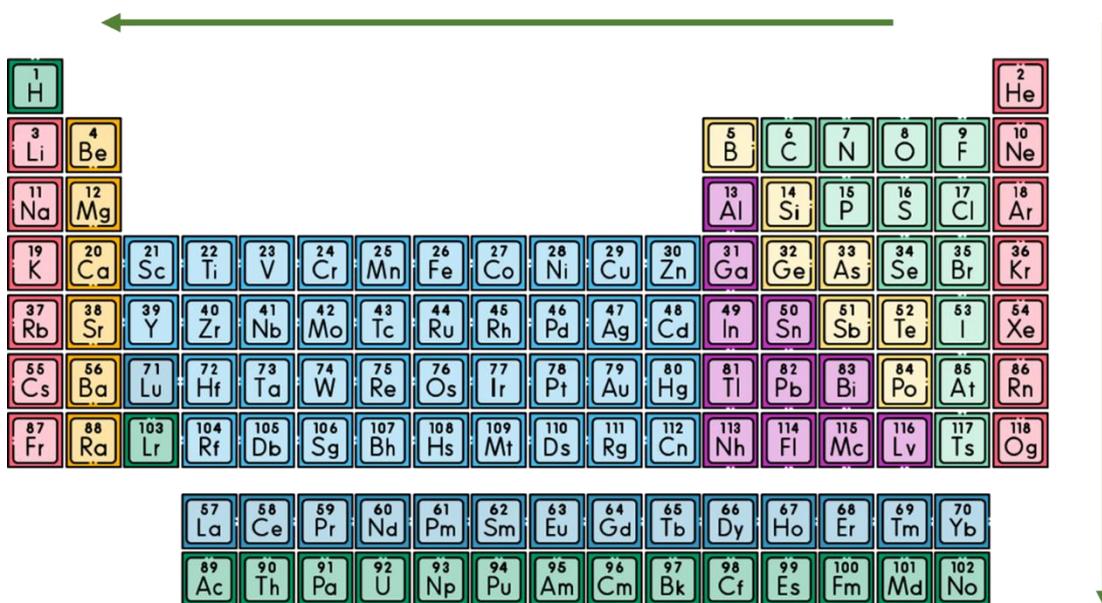
¹ I	N	D	I	V	I	S	I	B	L	E	
O											
N		⁵ N				² N	U	³ C	L	E	O
⁴ I	S	O	T	O	P	O		O			
Z		B						R			
A		R		⁶ E	⁷ L	E	C	T	R	O	N
R		A			A			E			
	⁸ A	C	T	I	N	I	O	⁹ Z	I	N	C
	T				T			A			
	O				A						
	M				N						
	I				I						
	C				¹⁰ D	A	L	T	O	N	
	O				O						

ANEXO X. Propiedades periódicas (elaboración propia)

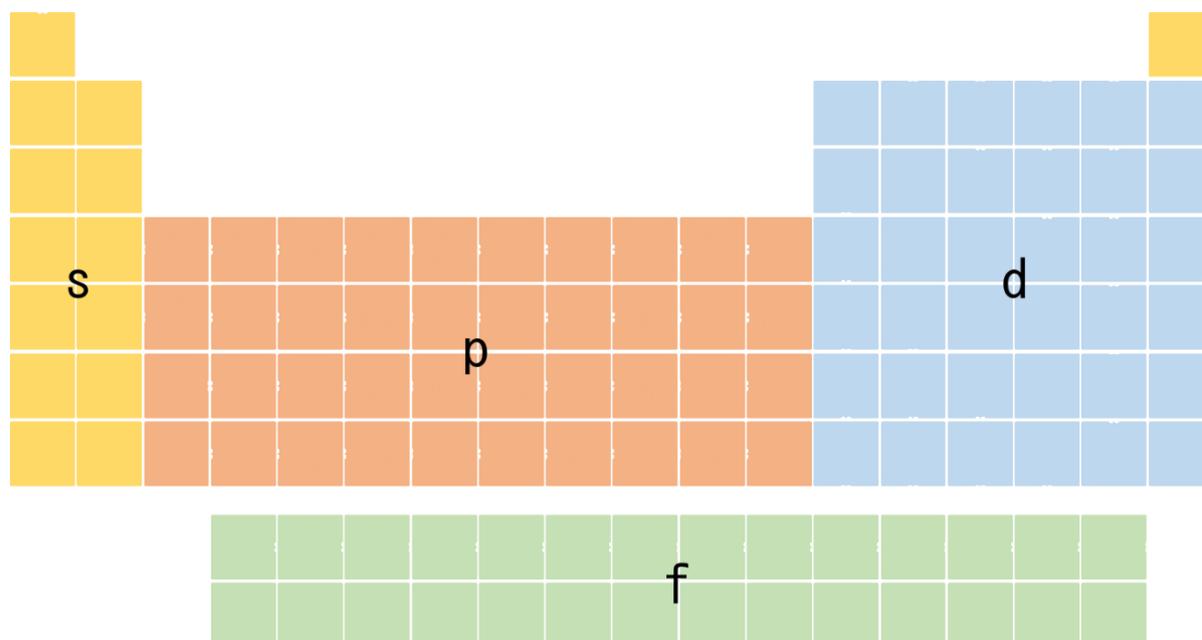
Aumento de la Electronegatividad y energía de ionización



Aumento del Radio Atómico



Relación entre configuración electrónica y posición en la Tabla Periódica



ANEXO XI. Rúbrica para evaluar el trabajo en grupo (elaboración propia)

Alumno/a evaluado/a _____ Grupo _____

	EXCELENTE <i>(4 puntos)</i>	BUENO <i>(2 puntos)</i>	PUEDE MEJORAR <i>(1 punto)</i>
Compromiso con el grupo (20 %)	Se comprometió en todo momento con el grupo en todos los aspectos. Trabajó de forma activa para que el proyecto saliera adelante.	En general se mostró comprometido. Sin embargo, su actitud era en ocasiones pasiva, sin mostrar mucho interés en el trabajo.	No se comprometió nada con el grupo. Sus aportaciones fueron escasas o nulas.
Contribución y participación (40 %)	Realizó su parte correctamente y aportó en todo momento información valiosa para la elaboración del proyecto.	En ocasiones distraía al grupo en vez de realizar su trabajo. Sin embargo, llevó a cabo su tarea asignada de manera adecuada, en general.	Hacía lo mínimo mientras que el resto se encargaba de la mayor parte del trabajo. Se limitó a copiar y pegar información.
Colaboración (20 %)	En general, compartía y aceptaba los diferentes puntos de vista, escuchando siempre las sugerencias e ideas de los demás.	Apenas aportaba ideas y, en ocasiones, le costaba escuchar las ideas de los demás, aunque finalmente aceptaba las sugerencias.	Pretendía la mayoría de las veces imponer su voluntad. Después de algunas discusiones, aceptaba algunas sugerencias.
Respeto (20 %)	En todo momento ha demostrado un trata amable y respetuoso hacia el resto de compañeros/as.	En general trabajó con respeto, aunque algo alejado del grupo.	Varias veces criticó el trabajo de los demás, y le costaba escuchar a los demás.

ANEXO XII. Rúbrica para valorar el trabajo del docente (elaboración propia)

	EXCELENTE <i>(4 puntos)</i>	BUENO <i>(2 puntos)</i>	PUEDE MEJORAR <i>(1 punto)</i>
Conocimiento de los contenidos (25 %)	El docente demuestra un gran conocimiento de la asignatura y domina el tema.	El docente muestra conocimiento de la materia, aunque hay aspectos que no domina del todo.	El docente apenas demuestra conocimiento de la materia.
Uso de materiales y recursos (25 %)	El docente utiliza diversos materiales y recursos relacionados con los objetivos y contenidos del tema.	El docente en ocasiones utiliza variedad de materiales y recursos, aunque los relaciona con los objetivos y contenidos del tema.	El docente apenas usa materiales y recursos diversos. A veces no se relacionan con los objetivos y contenidos del tema.
Dinámica de la clase y explicaciones (25 %)	Las clases son dinámicas y muy útiles. Se afianzan muy bien los contenidos.	Las clases suelen ser dinámicas y útiles. Por lo general se aprende mucho.	Las clases a veces son útiles, aunque poco dinámicas. Se suele aprender algo, pero poco.
Comunicación y relación con el alumnado (25 %)	Hay buena relación docente-alumnado. El docente se comunica con el alumnado acorde a su nivel educativo.	Hay buena relación aunque la comunicación es mejorable. El docente se comunica en ocasiones con el alumnado acorde a su nivel educativo.	Debería mejorar la relación y comunicación. El docente se comunica muy pocas veces con el alumnado acorde a su nivel educativo.

OBSERVACIONES:

ANEXO XIII. Examen final (elaboración propia)

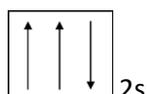
CONTENIDO: Unidad 1: El átomo y el Sistema Periódico ASIGNATURA: Física y Química FECHA: Nombre: _____ Nº _____ Grupo _____	Calificación Criterios Evaluación		
	2.1		2.3
	2.2		

CE 2.1	Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria su evolución.
---------------	--

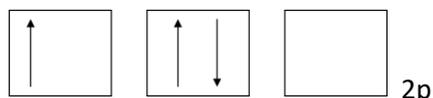
- 1) ¿Cuál es el experimento que desarrolló Thomson para describir su modelo atómico? **(2,5 puntos)**
- 2) El modelo de Rutherford posee dos debilidades fundamentales, ¿cuáles? Descríbelas **(2,5 puntos)**
- 3) ¿Qué diferencia existe entre órbita y orbital? **(2,5 puntos)**
- 4) Explica por qué los espectros atómicos no son continuos, es decir, por qué son de líneas **(2,5 puntos)**

CE 2.2	Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.
---------------	--

- 5) ¿Qué es la afinidad electrónica? Ordena los siguientes elementos por afinidad electrónica creciente: Na, Si, Al, I, Ni. Justifica tu respuesta **(3 puntos)**
- 6) Indica de forma justificada si las siguientes representaciones son o no correctas **(3 puntos)**:
 - a)



b)



- 7) Completa la siguiente tabla **(4 puntos)**:

Elemento	Z	A	p ⁺	n	e ⁻	Configuración electrónica
A ⁺	19	39				
B ²⁻	15			16		
C		20	10			
D		64			29	

CE 2.3	Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC.
--------	---

- 8) En base a la tabla del ejercicio anterior, indica qué elementos son A, B, C y D, justificando si son metales o no metales, así como el grupo y periodo al que pertenecen **(5 puntos)**
- 9) Escribe la configuración electrónica de los siguientes elementos con número atómico (Z) igual a: 12, 18, 33 y 53. Indica **(5 puntos)**:
- Grupo y periodo al que pertenecen
 - Número de electrones de valencia
 - Ordénalos de menor a mayor energía de ionización. Justifícalo

Soluciones

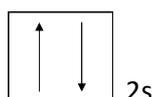
CE 2.1	Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria su evolución.
---------------	--

- 1) Tubos de rayos catódicos (se valorará la descripción precisa y completa del mismo para optar a la máxima calificación)
- 2) (1) Según las leyes del electromagnetismo, los electrones no pueden girar en cualquier órbita ya que, dado que es una partícula cargada, iría emitiendo energía durante el giro hasta llegar a colisionar con el núcleo; (2) no es capaz de explicar los espectros atómicos.
- 3) La órbita hace referencia a la trayectoria del electrón alrededor del núcleo. Por su parte, el orbital es la región del espacio donde es posible encontrar un electrón con una probabilidad muy alta.
- 4) Las líneas de los espectros atómicos corresponden cada una a un salto entre niveles energéticos. Solo son posibles determinados valores de energía.

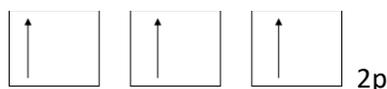
CE 2.2	Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.
---------------	--

- 5) La afinidad electrónica es la variación de energía que ocurre cuando un átomo en estado gas adquiere un electrón, dando lugar a un anión. Así, la tendencia de los elementos a formar aniones, será mayor cuanto mayor sea dicha energía. Por tanto, los elementos no metálicos será aquellos que más tendencia poseen a formar aniones: $\text{Na} < \text{Ni} < \text{Al} < \text{Si} < \text{I}$
- 6) Ninguna es correcta, no cumplen el Principio de exclusión de Pauli ni la regla de Hund (se valorará la descripción precisa y completa de ambas reglas para optar a la máxima calificación). Las representaciones correctas serían las siguientes:

a)



b)



7)

Elemento	Z	A	p ⁺	n	e ⁻	Configuración electrónica
A ⁺	19	39	19	20	18	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶
B ²⁻	15	31	15	16	17	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵
C	10	20	10	10	10	1s ² 2s ² 2p ⁶
D	29	64	29	35	29	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ¹⁰

CE 2.3	Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC.
--------	---

8)

A: K, metal, Grupo 1 periodo 4

B: P, no metal, Grupo 15 periodo 3

C: Ne, no metal, Grupo 18 periodo 2

D: Cu, metal, Grupo 11 periodo 4

9)

(Z = 12): [Ne] 3s² → Mg, grupo 2 periodo 3, 2 electrones de valencia

(Z = 18): [Ne] 3s² 3p⁶ → Ar, grupo 18 periodo 3, 8 electrones de valencia

(Z = 33): [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p³ → As, grupo 15 periodo 4, 5 electrones de valencia

(Z = 53): [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p⁵ → I, grupo 17 periodo 5, 7 electrones de valencia

Orden de energía de ionización: Ar > I > As > Mg

ANEXO XIV. Rúbrica para valorar la actitud y participación (elaboración propia)

	EXCELENTE <i>(5 puntos)</i>	BUENO <i>(3 puntos)</i>	PUEDE MEJORAR <i>(2 puntos)</i>
<p>Interés y participación</p> <p>(33,3 %)</p>	<p>Muestra mucho interés a las clases y participa de manera activa en las mismas. Preguntar siempre las dudas y se preocupa por entender los contenidos.</p>	<p>En general muestra interés en las clases y participa de manera activa en ocasiones. A menudo pregunta dudas y se preocupa por entender los contenidos.</p>	<p>Apenas muestra interés por las clases y rara vez participa de manera activa. Muestra desgana en la realización de las actividades y comprensión de los contenidos.</p>
<p>Puntualidad y asistencia</p> <p>(33,3 %)</p>	<p>Es puntual y acude a clase. Justifica las faltas en caso de que las hubiera.</p>	<p>Normalmente es puntual y acude a clase. En alguna ocasión no justifica las faltas.</p>	<p>Con frecuencia llega tarde a clase. Falta en numerosas ocasiones.</p>
<p>Respeto y compañerismo</p> <p>(33,3 %)</p>	<p>Cumple con las normas básicas de comportamiento y en todo momento se muestra respetuoso con sus compañeros/as, fomentando un clima de colaboración.</p>	<p>Cumple casi siempre con las normas básicas de comportamiento y, normalmente, se muestra respetuoso con sus compañeros/as.</p>	<p>En ocasiones muestra faltas de respeto hacia sus compañeros/as y hacia el docente. En pocas ocasiones cumple con las normas básicas de comportamiento.</p>