



UNIVERSIDAD DE JAÉN
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Trabajo Fin de Máster

EL ORIGEN DE LA VIDA

Alumno/a: Colmenero Blanca, Diego Francisco

Tutor/a: Prof. D. Mario Sánchez Gómez
Dpto: Geología

Octubre, 2015

Índice

1 Resumen, abstract y palabras clave

2 Introducción

3 Fundamentación epistemológica

3.1 Contexto histórico

- 3.1.1 Religión e historia
- 3.1.2 Generación espontánea
- 3.1.3 El caldo primigenio
- 3.1.4 El experimento de Miller y Urey

3.2 La química del universo

- 3.2.1 Evolución elemental.
 - Constitución de los elementos
 - Elementos organogénicos
- 3.2.2 Evolución molecular.
 - Moléculas interestelares
 - Misiones espaciales

3.3 Abiogénesis experimental

- 3.3.1 Monómeros bioquímicos
- 3.3.2 Polímeros bioquímicos
- 3.3.3 Evolución protobiológica y precelular

3.4 LUCA (Last universal common ancestor)

3.5 Consideraciones finales

4 Unidad didáctica

4.1 Justificación didáctica

- 4.1.1 Ficha resumen.

4.2 Contextualización

- 4.2.1 Centro
- 4.2.2 Adaptación de la unidad didáctica
 - Adaptación al centro
 - Adaptación al alumnado

4.3 Elementos curriculares

- 4.3.1 Competencias e indicadores de seguimiento
- 4.3.2 Objetivos
 - Objetivos generales de etapa
 - Objetivos general de área de conocimiento
 - Objetivos específicos de la unidad
- 4.3.3 Contenidos
 - Generales
 - Específicos de la unidad
 - Transversales
- 4.3.4 Metodología
 - Principios metodológicos
 - Cronología
 - Desarrollo de las sesiones
- 4.3.5 Evaluación
 - Criterios de evaluación
 - Criterios de calificación
 - Instrumentos de calificación
 - Recuperación
 - Proceso enseñanza-aprendizaje. Autoevaluación
- 4.3.6 Atención a la diversidad

5 Bibliografía

1.Resumen

Este proyecto ha sido elaborado como Trabajo Fin de Máster de “Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, su objetivo es que los alumnos adquieran una visión objetiva y global de unos de los hechos más importantes en la historia del universo: “El origen de la vida”. Se abordará su contextualización histórica, se desarrollarán las diferentes investigaciones concernientes a este tema y se hará ver al alumno que muy probablemente, el origen de la vida, fue un suceso especial sucedido en la tierra e influido por el universo del que forma parte.

La unidad didáctica está dirigida a alumnos de Biología y Geología de 4º de la E.S.O y encuadrada en el bloque 3 de su temario: La evolución de la vida; Origen y evolución de los seres vivos. El desarrollo didáctico será implementado a través de un blog con explicaciones, videos y actividades, buscando un carácter más interactivo y motivador para el alumnado.

Palabras clave: Origen de la vida, universo, evolución, blog, 4º de la E.S.O.

Abstract

This final project of “Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas”, it pretend the adquisition by the student of a global and objective vision about one of the most important happening in universe: “The origin of life”. A historic vision will be developed, will see the diferent investigations about this trascendental event and students will see that origin of life was a special event happened in the Earth and influenced by the universe to which it belong.

The didactic unit is focused to 4º de la E.S.O student of biology and geology and it is framed in the block 3 of their temary: the evolution of live; Origin and evolution of livings beings. Didactic development will be implemented by a blog with expositions, videos and activities, searching a interactive and motivating character for the students.

Keywords: Origin of life, universe, evolution, blog, 4º de la E.S.O.

2.Introducción

Desde que el hombre moderno adquirió la capacidad de razonar ha intentado responder a las diversas cuestiones que les han rodeado, en muchas ocasiones, mirando al cielo y dando una explicación divina a los sucesos inexplicables, al mismo tiempo la filosofía también ha buscado diversas soluciones usando la razón y por último la ciencia, que a través de su método científico ha conseguido dar respuesta a numerosas cuestiones que antes solo se aceptaban a través de la fe. El tema que se desarrolla en este proyecto puede ser considerado como uno de los más trascendentes para la historia de la humanidad, las tres áreas de conocimiento ya citadas (religión, filosofía y ciencia) han intentado responder a esta incógnita con mayor o menor éxito. Actualmente se ha vuelto a buscar respuestas en el cielo, pero ya no mirando a las estrellas y pensando en actos divinos, hoy día las modernas sondas espaciales exploran aquellos inalcanzables “cielos” y los datos que estas aportan podemos considerarlos las primeras piezas de un enorme puzzle.

Así pues la enorme transcendencia histórica de este tema unido a su actual relevancia han sido elementos determinantes para su desarrollo e implantación en el aula. Esta actual relevancia se puede considerar relativa, puesto que desde finales de los años 60 y principios de los 70 ya se comenzaron a dar los primeros pasos hacia la visión actual, podemos decir que es un tema de actualidad mediática y didáctica. Las misiones espaciales actuales como Rosetta o New Horizons ya han sido objeto de numerosas noticias en diferentes medios de comunicación y continuarán siendo, debido a que estas misiones siguen en marcha. En lo referente a la didáctica se produjo un estancamiento en la teoría del caldo primordial (Oparín y Haldane) y su comprobación experimental (Miller y Hurey), este estancamiento está empezando a dinamizarse y se está comenzando a implantar la nueva visión científica en el sistema educativo. La evolución química prebiológica junto a la evolución de nuestro sistema solar proporcionarán a los alumnos un complemento ideal para estudio de la evolución biológica ya que trabajaran sobre un enfoque global de contenidos, marcado por una clara interdisciplinariedad que junto a su batería de actividades potenciará un estudio competente y autodidáctico que sumado al proyecto grupal final hará que los alumnos desarrollen sus conocimientos basándose en un enfoque científico y didáctico único.

Actualmente, en el ámbito científico, el estudio de el origen de la vida está inevitablemente unido al estudio del universo, y más concretamente de nuestro Sistema Solar. Las misiones espaciales llevan años arrojando datos sobre esta unión y cada vez está más claro que la química orgánica no es algo único del planeta Tierra. Por lo tanto, podemos decir, que la especia que aderezó el guiso de la vida no se encontraba en la tierra, que tampoco fue introducida por un ente divino, sino que es una consecuencia coherente a las propiedades del universo y su relación con la tierra en base a las características tan especiales que esta posee.

Todas esta características mencionadas del reto intelectual que supone el origen de la vida, lo hace

muy apropiado para estimular los alumnos y servir de vehículo curricular en la asignatura de Biología y Geología correspondiente a 4º ESO en la cual propongo la unidad didáctica dentro del bloque de contenidos “La evolución de la vida; Origen y evolución de los seres vivos”. En ella el Origen de la vida, es un elemento fundamental que permite la integración de la visión histórica y científica dentro de un marco de contenido más amplio y contextualizado. Las herramientas usadas para el aprendizaje a lo largo de esta unidad didáctica han sido un elemento fundamental en la integración de la visión histórica y científica con la didáctica. Las presentaciones, vídeos, fotos y actividades alojadas en el blog (Anexos I y II) persiguen que los alumnos adquieran un conocimiento evolutivo global del mundo que nos rodea. La Webquest propuesta completarán el aprendizaje de los alumnos a través de un desarrollo más exhaustivo de las competencias.

3.Fundamentación epistemológica

3.1. Contexto histórico

Tradicionalmente, la creación del mundo y de la vida en la tierra se le ha dado una explicación divina, a esto es lo que denominamos creacionismo, dentro de esta teoría se puede integrar en la mayoría de los casos a los fijistas, termino que alude a la inmutabilidad de las especies a lo largo de el tiempo. Los experimentos sobre generación espontánea fueron los primeros pasos científicos que trataron de refutar el creacionismo. Hoy día esta teoría está completamente descartada por la comunidad científica.

El concepto de caldo primigenio o primordial fue creado por Aleksandr Ivánovich Oparin en 1924, según su hipótesis la vida surgió gracias a las condiciones especiales de una tierra primitiva que propiciaron una evolución química de la materia. Este concepto es actualmente aceptado y los nuevos descubrimientos no intentan sustituir esta teoría, más bien la complementan.

3.1.1. Religión e historia

Historicamente la religión ha sido la "madre" del origen de la vida, conceptos difíciles de separar puesto que hasta el siglo XX no se ha dispuesto del conocimiento y tecnología necesarios para poder demostrar experimentalmente una teoría alternativa.

Más de la mitad de los creyentes del mundo están englobados en las religiones abrahámicas (judaísmo, cristianismo e islam), todas ellas monoteístas, creacionistas y fijistas. Estas religiones defienden el inicio del universo, la tierra y la vida a través de un acto divino propiciado por un

único Dios, además dicho acto es perfecto, inmutable (fijismo) y sustentado únicamente por un acto de fe.

1:20 Dijo Dios: Produzcan las aguas seres vivientes, y aves que vuelen sobre la tierra, en la abierta expansión de los cielos.

1:21 Y creó Dios los grandes monstruos marinos, y todo ser viviente que se mueve, que las aguas produjeron según su género, y toda ave alada según su especie. Y vio Dios que era bueno.

1:22 Y Dios los bendijo, diciendo: Fructificad y multiplicaos, y llenad las aguas en los mares, y multiplíquense las aves en la tierra.

1:23 Y fue la tarde y la mañana el día quinto.

1:24 Luego dijo Dios: Produzca la tierra seres vivientes según su género, bestias y serpientes y animales de la tierra según su especie. Y fue así.

1:25 E hizo Dios animales de la tierra según su género, y ganado según su género, y todo animal que se arrastra sobre la tierra según su especie. Y vio Dios que era bueno.

1:26 Entonces dijo Dios: Hagamos al hombre a nuestra imagen, conforme a nuestra semejanza; y señoree en los peces del mar, en las aves de los cielos, en las bestias, en toda la tierra, y en todo animal que se arrastra sobre la tierra.

1:27 Y creó Dios al hombre a su imagen, a imagen de Dios lo creó; varón y hembra los creó.

1:28 Y los bendijo Dios, y les dijo: Fructificad y multiplicaos; llenad la tierra, y sojuzgadla, y señoread en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra.

Actualmente, el concepto de creacionismo ha evolucionado a lo que se conoce como "diseño inteligente". La complejidad, perfección y adaptación de los "diseños" del mundo natural tienen que haber sido obra de un diseñador omnipotente. En esta teoría pseudocientífica se refugian los creacionistas modernos.

Las ideas creacionistas no tienen un sustento científico y la propia Royal Society de Londres afirmó en 2006 que el evolucionismo está fuertemente respaldado, negando un espacio al creacionismo como teoría científica.

Otro gran grupo de religiones, las llamadas dhármicas (budismo e induismo) no creen necesaria la respuesta a esta pregunta, puesto que ellos consideran que el universo ha existido desde siempre.

"El Buda nos aconsejó que no nos dejáramos llevar por tales especulaciones ya que estas son, últimamente improductivas. El, se dice solía relatar la historia de una persona que, habiendo sido atravesada por una flecha envenenada, no quería que le removieran tal flecha hasta que supiera quién la había disparado y que tipo de veneno contenía.

Al igual que la labor del médico es la de remover la flecha envenenada y tratar la herida, y no la de responder a las preguntas últimas del hombre herido, es la tarea del Buda el mostrarnos como liberarnos del sufrimiento y no la de responder a tales especulaciones. Por ello, Él dijo que debemos pensar y enfocarnos más en lo que es realmente la práctica del conocimiento en el aquí y ahora".

En España, el debate entre creacionistas y evolucionistas no tiene una gran controversia puesto que el evolucionismo está fuertemente arraigado en la comunidad educativa y científica, no es así en otros países con gran nivel de desarrollo como es Estados Unidos, donde todavía se enseña creacionismo en más de 10 estados, destacando Louisiana y Tennessee que poseen una tradición creacionista muy grande. En la siguiente imagen se puede observar la distribución de la enseñanza creacionista en Estados Unidos.

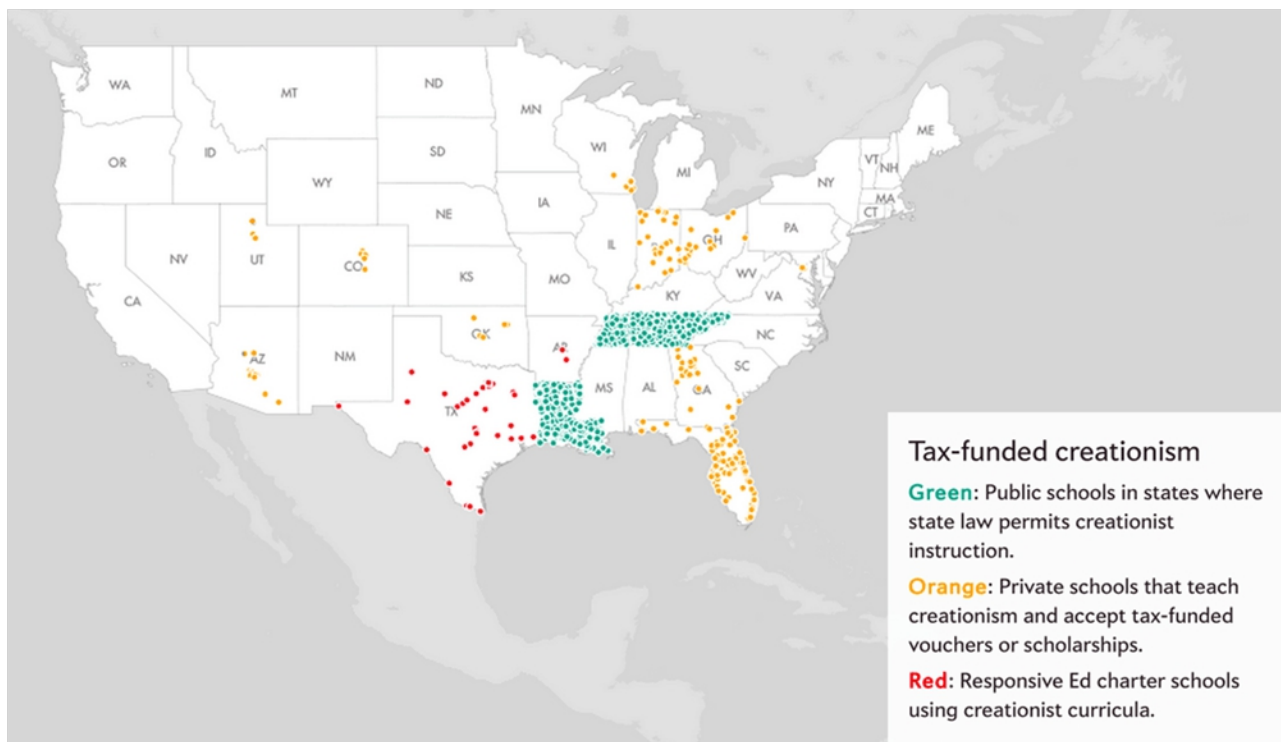


Ilustración 1: Distribución de centros con enseñanzas creacionistas.

Asociaciones como la National Center for Science Education están ganando batallas contra los creacionistas a través de medios jurídicos avalando en la legislación vigente que prohíbe las enseñanzas religiosas en las escuelas públicas.

3.1.2. Generación espontánea

Esta teoría enuncia que ciertos organismos surgen de manera espontánea a partir de materia orgánica o inorgánica, también es conocida como arqueobiosis o abiogénesis.

En la antigua Grecia, Aristóteles ya habló de la generación espontánea en uno de sus tratados, afirmaba que una fuerza llamada enteléquia sería capaz de dar vida a peces e insectos a partir del rocío la humedad o el sudor.

Ya en el S.XVII Jan Baptiste Van Helmont defensor de la generación espontánea realizó un dudoso experimento con ropa sucia y trigo, aunque no existen pruebas de este experimento y las condiciones experimentales no fueron controladas, resultó ser un evento importante para la historia de la ciencia.

También en el S.XVII, un médico italiano llamado Francesco Redi, realizó varios experimentos para desmentir la generación espontánea. En el primer experimento, Redi introdujo carne en 8 frascos, 4 tapados y otros 4 abiertos, los frascos tapados que no tuvieron contacto con moscas no desarrollaron larvas. Los defensores de la generación espontánea, argumentaron que el problema fue la falta de aire en los frascos, esta falta de aire fue la razón por la cual no surgió vida, así pues Redi repitió el experimento usando gasas para tapar los frascos y en este caso las larvas se desarrollaron sobre la gasa. Menos conocidos son los experimentos que Redi realizó usando arboles e insectos, aunque sus conclusiones en este caso no fueron ciertas, estas conclusiones seguían negando la generación espontánea, pero también argumentaban erróneamente que los insectos, a parte de venir de otros insectos como es lógico, también venían de los arboles. Las conclusiones a este segundo experimento todavía son interpretadas por historiadores de la ciencia (Parke, 2013).

En el S.XVIII surgieron nuevos argumentos en contra de la generación espontánea, esto fue debido a la disputa entre dos sacerdotes, Lazzaro Spallanzani y John Turberville Needham. Needham calentó caldo de carne en un recipiente sellado y posteriormente observó microorganismos en su interior. Spallanzani solo tuvo que mejorar las condiciones de este experimento (sellado más cuidadoso y aumento de la temperatura de cocción) para demostrar que estos caldos no generaban microorganismos, el aumento de la temperatura destruyó las esporas, este hecho abrió el camino a Pasteur.

El golpe definitivo a la generación espontánea fue asestado por Louis Pasteur en la primera mitad del siglo XIX, realizó una serie de interesantes experimentos usando frascos de cuello de cisne, la peculiaridad de estos frascos consiste en dejar pasar el aire y atrapar los microorganismos o esporas en la parte baja de las curvas del cuello. También usó frascos con un filtro que impide el paso del polvo, mientras que estos recipientes permanecían sin presencia de microorganismos, los recipientes que carecían de estos mecanismos desarrollaron microorganismos en su interior provenientes del exterior, ya sea por medio del polvo o a través de esporas. Este experimento supuso la "muerte" de la generación espontánea en el mundo científico y se aceptó de manera

general que todo ser vivo proviene de otro ser vivo. Este importante descubrimiento marcó el inicio de la microbiología moderna, además asentó las bases de la teoría germinal de las enfermedades y de la teoría celular. Sus resultados fueron presentados en la gala de la sorbona en 1864 y fue todo un éxito.

Podríamos decir que nunca un tema tan transcendental en la historia de la humanidad ha tenido tanta utilidad práctica. Los métodos usados en la refutación de la generación espontánea (tratamientos térmicos de muestras) han sido responsables de salvar millones de vidas humanas, el uso del calor en recipientes cerrados para tratar las muestras puso de manifiesto los procesos de esterilización microbiana (Pasteurización), este hecho supuso un gran avance en la higiene médica y en la conservación de los alimentos.

3.1.3. El caldo primigénio

Teoría también conocida como caldo primitivo, caldo primordial o teoría quimiosintética, esta teoría se opuso a la generación espontánea y fue propuesta por A. I. Oparin y J. B. S. Haldane de manera independiente. Este fue el inicio de lo que hoy es científicamente aceptado como origen de la vida, un origen basado en una evolución química con aumento creciente de la complejidad, sustentado por las condiciones especiales de la tierra primitiva y además se apoyaron en las teorías de Darwin (evolución) y Mendelieff (síntesis abiogénica del petróleo).

La atmósfera de la tierra primitiva tendría un ambiente reductor carente de oxígeno y provista de otras moléculas tales como: Amoníaco, metano, nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. La energía procedía del sol en forma de rayos ultravioleta y de erupciones volcánicas. Este escenario propició una serie de reacciones químicas que originaron moléculas orgánicas simples, posteriormente el vapor de agua de esta tierra primitiva se condensó provocando lluvias torrenciales que dieron origen al océano primitivo, estas moléculas orgánicas fueron arrastradas por las lluvias hasta los océanos, formándose lo que Oparin denominó caldo o sopa primitiva. En esta sopa, las moléculas orgánicas comenzaron a reaccionar entre sí aumentando su complejidad hasta la formación de macromoléculas (proteínas, ácidos nucleicos y lípidos). Durante mucho tiempo las proteínas se acumularon y combinaron hasta formar coloides en el agua, estos coloides interaccionaron y formaron coacervados, los coacervados son un tipo de protobionte con membranas lipídicas y la capacidad de intercambiar materia y energía, pero sin la capacidad de autorreplicarse, por lo tanto todavía no se pueden considerar seres vivos, la captación por parte de estos protobiontes de ácidos nucleicos pudo darles la capacidad replicativa y llegar a constituir la primera célula.



Ilustración 2: Lago Yellowstone (Estados Unidos).

Las elevadas temperaturas y el ambiente reductor del lago yellowstone en Estados Unidos pueden ser características compartidas con el ambiente que presentaría el supuesto caldo primitivo

3.1.4. El experimento de Miller y Urey

Este experimento supuso la comprobación experimental de la teoría de Oparin y Haldane, dando inicio a lo que hoy se conoce como abiogénesis experimental, es decir la formación de moléculas orgánicas usando sustancias inorgánicas simples. El experimento se realizó en la universidad de Chicago por Stanley L. Miller y Harold Urey en 1953, ambos diseñaron un aparato que podría reproducir algunas de las condiciones de la tierra primitiva.

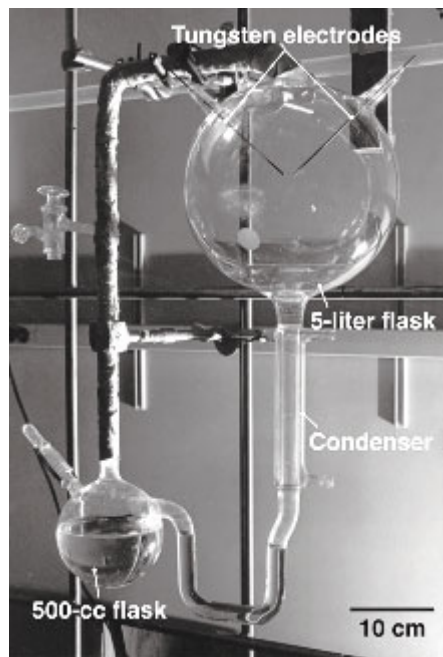
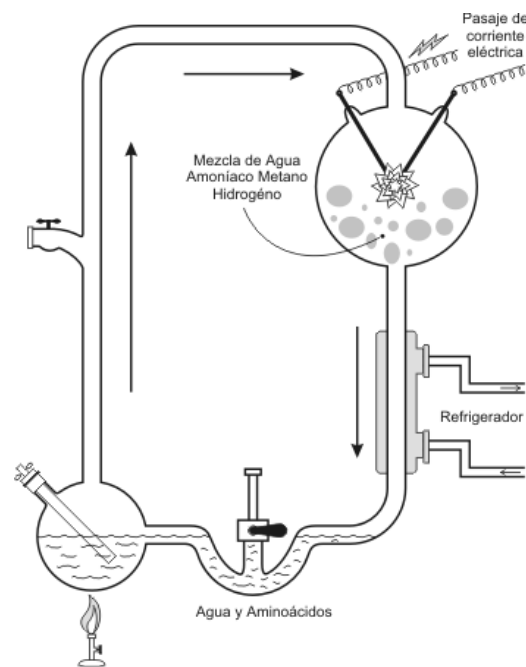


Ilustración 3: Aparato usado por Miller y Urey para reproducir las condiciones de la tierra primitiva.



Miller y Urey introdujeron en un matraz de 500cc moléculas que supuestamente conformaban la atmosfera primitiva(Metano, Amoniaco, Hidrógeno, Dióxido de Carbono, Nitrógeno y Agua) y le aplicaron altas temperaturas, el vapor resultante circulaban por un sistema de tubos hacia otro matraz más grande donde eran sometidos a descargas eléctricas semejantes a las de la atmósfera primitiva y gracias a un condensador los gases vuelven a su estado líquido inicial. Se obtuvieron varias sustancias orgánicas como ácido acético, glucosa y los aminoácidos ácido glutámico, ácido aspártico, glicina y alanina.

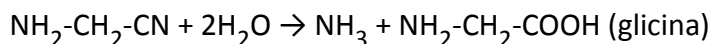
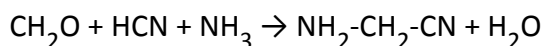
Las reacciones químicas de este experimento son conocidas actualmente:

La primera fase de las reacciones entre la mezcla de gases del experimento origina cianuro de hidrógeno (HCN), formaldehído (CH₂O) y otros compuestos activos intermedios como acetileno, cianoacetileno, etc:

- $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} + [\text{O}]$
- $\text{CH}_4 + 2[\text{O}] \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCN} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCN} + 3\text{H}_2$

A esta reacción se le conoce como Degussa y es un proceso de activación del metano (Sorokin, et al., 2010)

El formaldehído, amoníaco, y el cianuro de hidrógeno pueden después experimentar una reacción llamada síntesis de Strecker (Merino, et al., 2009) para formar aminoácidos u otras biomoléculas:



Además, el agua y el formaldehído pueden reaccionar debido a la reacción de Butlerov, también conocida como reacción de la formosa (Olga A. Snytnikova, et al., 2006), para producir varios azúcares como la ribosa.

La realización y posteriores reproducciones (Folsome, Allen e Ichinose, 1975) (Kung, et al, 1979) y mejoras (Cleaves II, et al., 2014) de este experimento han sido el portazo definitivo al debate sobre el origen de la vida que mantuvo la comunidad científica sobre este tema durante siglos. El asentamiento de unas bases experimentales en lo concerniente al origen de la vida y los nuevos y sucesivos descubrimientos que no paran de surgir están abriendo nuevas y apasionantes puertas sobre este tema que iremos tratando posteriormente.

3.2. La química del universo

¿Es la vida un suceso coherente con el resto del universo? Tras muchos años de observaciones espaciales podría parecernos que no, que la vida es algo único del planeta Tierra, un “milagroso” accidente que nos hace únicos entre las estrellas, pero los adelantos técnicos y el avance de la ciencia de las últimas décadas nos han hecho cautelosos al respecto. El hallazgo de moléculas orgánicas de distinto grado de complejidad en el medio interestelar nos hace suponer que el origen de la vida muy probablemente es la consecución de un proceso de evolución prebiológica, con diferentes características a la evolución Darwiniana, y en consonancia con el resto del universo.

Según la teoría de la evolución de Darwin, los organismos más complejos provienen de otros menos complejos a través de cambios graduales, cambios genéticos producidos por selección natural. Aceptando como correcta la teoría de la evolución, es hora de que observemos y recapitemos sobre el árbol filogenético de la vida.

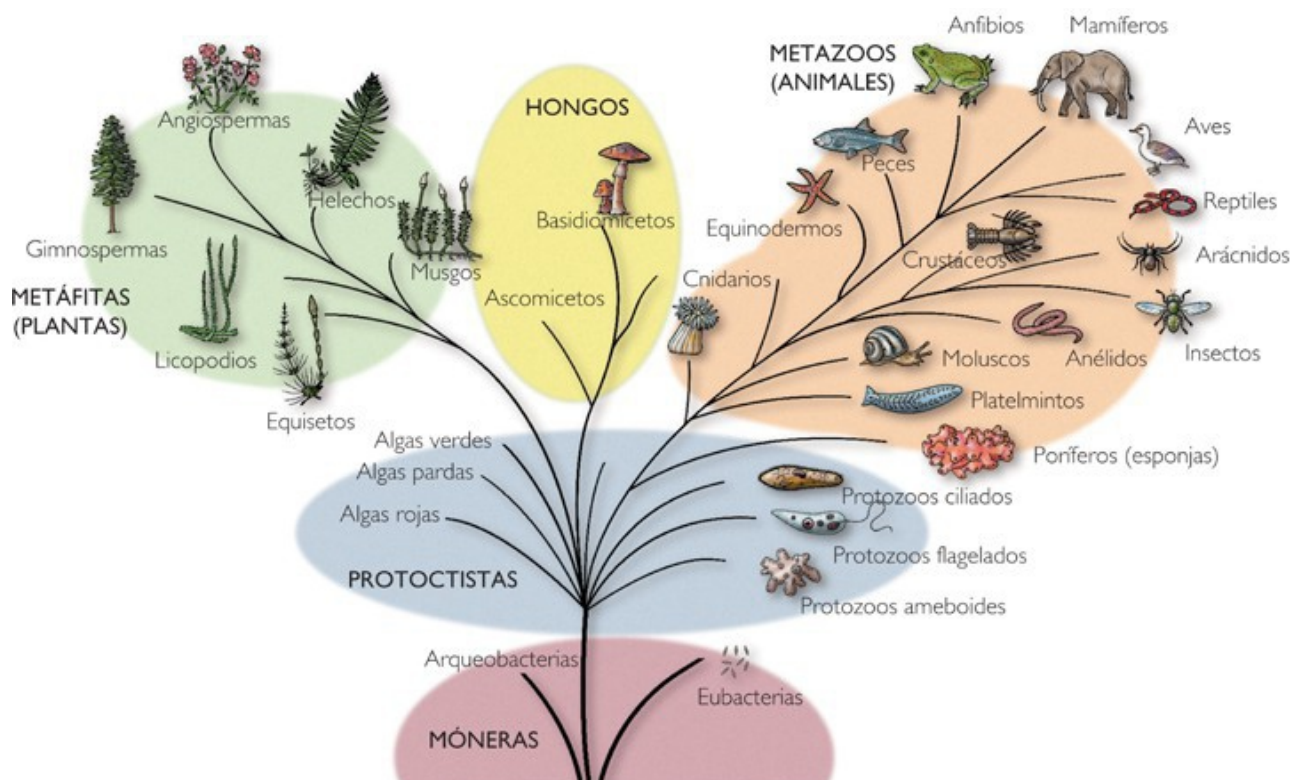


Ilustración 4: Arbol filogenético de la vida.

Si recorremos el árbol en sentido inverso podemos observar la decreciente complejidad de los seres vivos. En la base de este árbol se encuentra LUCA. (last universal common ancestor) (Morange, 2010; Di Giulio, 2006), el Adán del mundo científico, aquel organismo primitivo del cual descienden el resto de los seres vivos y en la parte alta observamos a organismos pluricelulares. Los organismos pluricelulares provienen de la asociación de células eucariotas, estas células eucariotas se originaron como asociaciones simbióticas entre células procariotas, esta continuidad evolutiva nos plantea la siguiente cuestión: ¿Que ocurrió más allá de LUCA? Más allá de LUCA, debemos aceptar la continuidad evolutiva presente en el resto del árbol, si negamos la continuidad evolutiva nos adentraríamos en un contexto desconocido para la comunidad científica actual y si la aceptamos podemos decir que la primera célula surgió de la asociación de complejos moleculares orgánicos y por lo tanto abrimos la puerta al desarrollo gradual y progresivo de la materia (Oró et al., 1995).

Para explicar el desarrollo evolutivo de la materia nos referiremos a un término comúnmente usado en física, más concretamente en termodinámica: Entropía. Este término fue acuñado en la década de 1850 por Rudolf Clausius, desde su origen, varias disciplinas científicas han usado este concepto en diferentes campos de conocimiento (Martínez et al., 2014) y hace referencia al grado de desorden molecular presente en un sistema. Para la termodinámica, la vida se define como: Sistema autorreplicante que se ordena causando entropía en su exterior. Sin embargo la vida no es un proceso entrópico propiamente dicho, la vida es un proceso que exporta entropía para mantener el orden interno del sistema, es decir, es un proceso neguentrópico (E. Schrödinger, 1943).

La vida no es el único proceso neguentrópico que se puede encontrar en el universo, a nivel macroscópico tenemos la formación y evolución de los sistemas gravitacionales (estrellas, galaxias, sistemas planetarios, etc) y a nivel microscópico la formación de los elementos químicos en las estrellas y de moléculas (espacio interestelar y cuerpos celestes de sistemas planetarios). Todos estos procesos auto-ordenados tienen en común un aumento de desorden externo y una disminución interna de la entropía, sin embargo, la vida necesita un aporte constante de energía y el resto de procesos la emiten, el resto de diferencias son en base a las características especiales de los seres vivos (metabolismo, autoduplicación, mutación, evolución...). El ascenso a través de los diferentes niveles de complejidad en los sistemas neguentrópicos nos guiará hasta el origen de la vida. Examinaremos los siguientes niveles de complejidad donde procesos de desarrollo neguentrópico o de evolución se manifiestan:

1. Partículas elementales subatómicas.
2. Elementos químicos.
3. Sistemas gravitacionales.
4. Moléculas.
5. Sistemas orgánicos autoduplicantes.
6. Sistemas biológicos

En los últimos años, las investigaciones con aceleradores de partículas como el LHC de la

organización europea para la investigación nuclear (CERN), han arrojado luz en lo referente a la constitución y formación de la materia. Unos de los descubrimientos más importantes realizados por el CERN en 2012-2013 fue lo que hoy se piensa que es el bosón de Higgs.

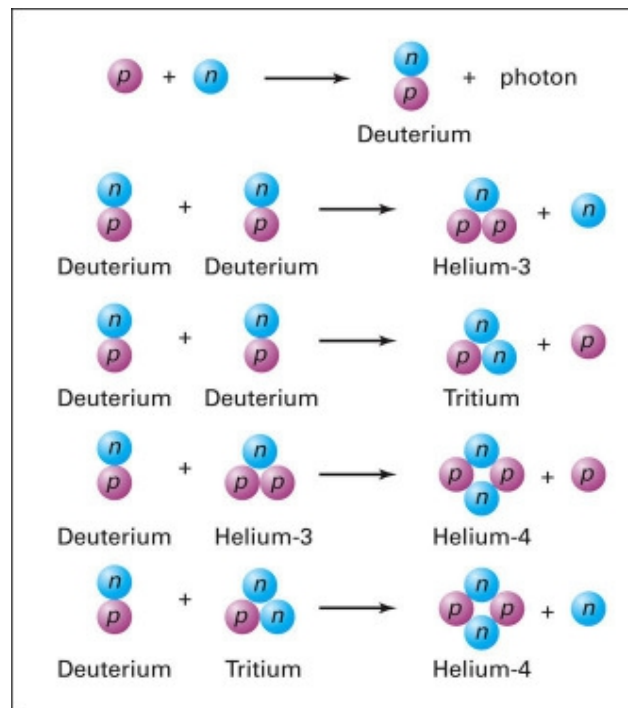
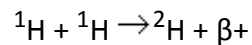
Estas partículas subatómicas componen los elementos químicos, el núcleo más simple que podemos encontrar es el del hidrógeno. Cuando la acumulación de este elemento adquiere la masa crítica estelar aparecen los procesos termonucleares, que son los responsables de la aparición de las estrellas por un lado y de los elementos químicos por otro.

La interacción de las formas elementales de la materia en condiciones apropiadas, da lugar a otras formas de mayor complejidad, estos nuevos estados materiales tienen unas propiedades diferentes a su estado anterior y un nuevo sistema de leyes característico al nuevo estado. Tanto el mundo atómico como el subatómico están regido por las leyes de la mecánica cuántica, sin embargo, al hablar de entes de mayor envergadura (estrellas, planetas, etc) entra en acción la ley de la relatividad general. Hoy día tanto la relatividad como la mecánica cuántica están aceptadas, pero los esfuerzos de unificación en una ley general no han tenido éxito. En estas dos leyes físicas de gran repercusión se puede observar como los diferentes estados organizativos de la materia poseen unas propiedades y características particulares. En este contexto la vida puede ser considerada como un sistema neguentrópico con una organización bioquímica especial que lo dota de unas características únicas.

3.2.1 Evolución elemental

Constitución de los elementos.

El proceso de evolución prebiológica comienza con la destrucción/formación de las estrellas y la constitución de los distintos elementos químicos que se dan en estos procesos. El origen de los diferentes elementos químicos está inevitablemente unido a la evolución de las estrellas. En una estrella joven, el elemento principal es el hidrógeno, seguido por el helio. En las siguientes reacciones podemos observar el modo de sustentación de una estrella joven y al mismo tiempo la creación de helio.



(After Alan Guth (MIT))

Ilustración 5: Las reacciones tras la constitución del He

Estas reacciones termonucleares ocurren en el interior de las estrellas a millones de grados, con una pequeña pérdida de masa en forma de energía térmica y radiante, de acuerdo con la ecuación de Einstein ($E=mc^2$) y una acumulación de ${}^4\text{He}$ en el núcleo de la estrella.

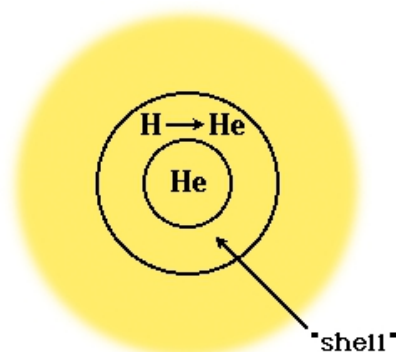


Ilustración 6: Estrella con un núcleo de He

En este momento las reacciones de fusión de hidrógeno siguen ocurriendo en la capa que rodea al núcleo (shell) y el núcleo se contrae bajo el efecto de la gravedad. Si la estrella alcanza la temperatura adecuada empezaría la fusión del helio.

La fusión de dos átomos de ${}^4\text{He}$ producirá un átomo de ${}^8\text{Be}$ y tras esta reacción una sucesión de reacciones denominadas triple alpha genera tras la fusión de ${}^8\text{Be} + {}^4\text{He}$ el núcleo de ${}^{12}\text{C}$

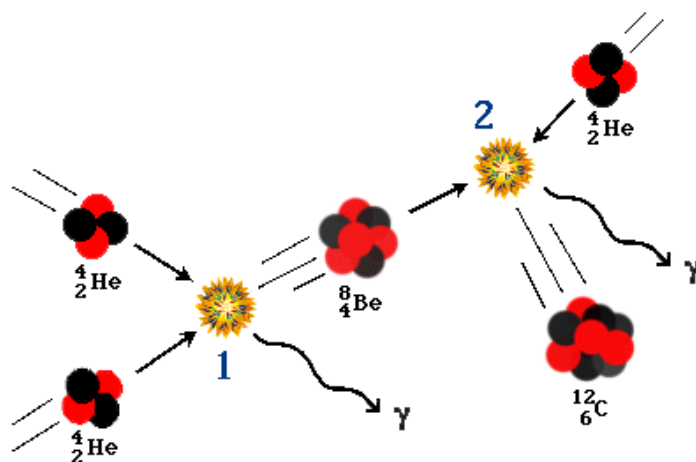


Ilustración 7: Representación gráfica de las reacciones triple alpha

El aumento de la presión debido a la energía desprendida en este tipo de reacciones supera a la fuerza gravitatoria de la propia estrella y por lo tanto esta se expande. El proceso de expansión es tan rápido que la estrella no produce suficiente energía para mantener su temperatura y por lo tanto se enfría progresivamente, la estrella comienza a brillar con un tono rojizo, es a esto a lo que

se denomina gigante roja.

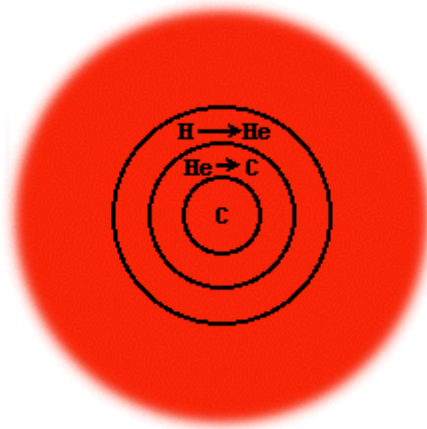


Ilustración 8: Gigante roja y sus capas más cercanas al núcleo.

Para una estrella promedio llegar a producir carbono será el final en lo referente a la producción de núcleos pesados, es necesaria una mayor masa para que la fuerza de la gravedad colapse el núcleo de carbono lo suficiente para que la temperatura y la densidad alcanzadas desencadenen la fusión del carbono.

En las estrellas suficientemente masivas, el carbono se fusionará para constituir núcleos de Ne y seguidamente la cadena Ne, O, Si y Ni, este ultimo formará hierro a través de una desintegración radiactiva. Hasta donde llega la estrella en este conjunto de reacciones dependerá de la masa de la misma, las que llegan al final se denominan supergigantes rojas

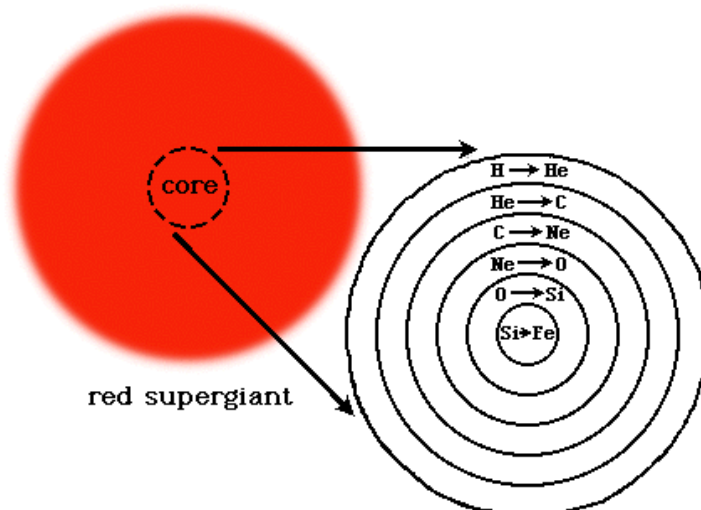


Ilustración 9: Supergigante roja y la distribución de los elementos en su interior.

A medida que la concentración de Fe crece, el núcleo se contrae y la temperatura se eleva. Pero la gran estabilidad del núcleo de Fe hará que este en vez de desprender energía en las reacciones nucleares la absorba. Por lo tanto se hace imposible de compensar el tirón gravitatorio, disminuye la presión interna, todo esto lleva a la estrella a un inevitable colapso gravitatorio. Durante el colapso, los núcleos de Fe centrales son destruidos, generando partículas alpha (núcleos de ^4He completamente ionizados)

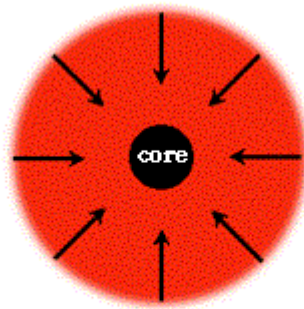


Ilustración 10: Colapso gravitatorio de una estrella.

Cuando las capas cercanas al núcleo llegan a su límite de compresión estas rebotan y se expanden muy rápidamente mientras que las capas externas siguen contrayéndose, esto produce una tremenda colisión que desencadena la explosión de la supernova.

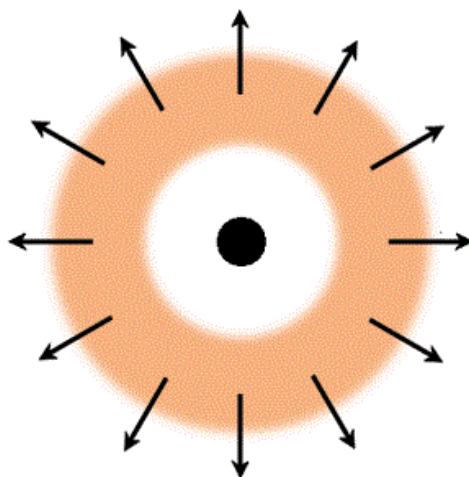


Ilustración 11: Explosión de una supernova.

Llegados a este punto, ocurren dos hechos que determinarán la producción de elementos más pesados:

- Gran aumento de la temperatura
- Flujo de neutrones (expulsión) debido a la descomposición de los núcleos de hierro

Los neutrones expulsados son capturados por los núcleos que encuentran a su paso, estos núcleos “pierden” un protón por emisión de un electrón y un antineutrino, lo que conlleva un aumento del número atómico del núcleo.

Estas condiciones no duran demasiado tiempo, pero sí el suficiente para que este proceso se repita varias veces y se puedan constituir núcleos más pesados. Los núcleos pesados son expulsados al espacio y captados por las nuevas nebulosas que generarán nuevas estrellas y planetas.

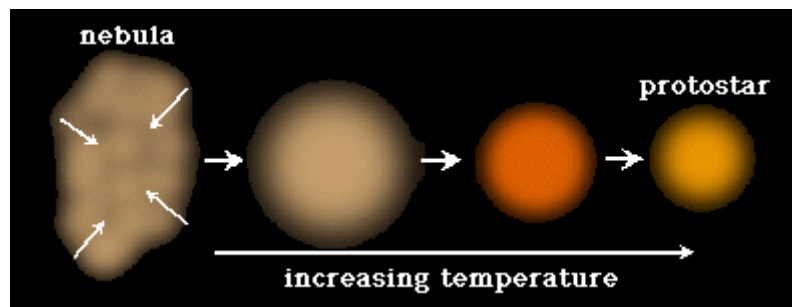


Ilustración 12: Evolución de una nebulosa solar.

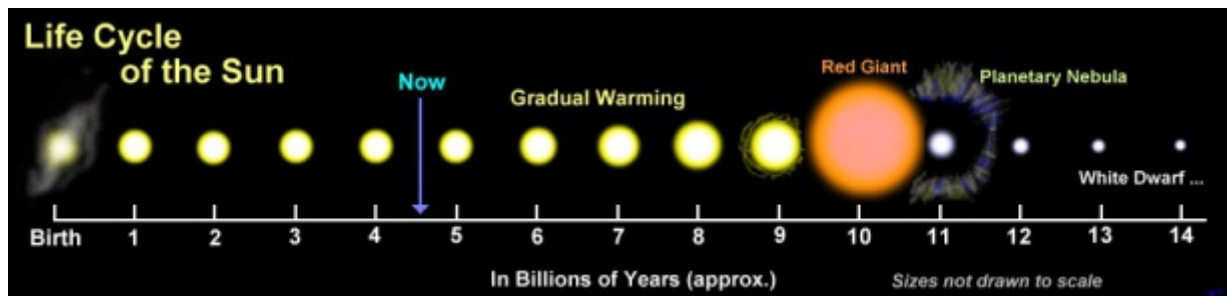


Ilustración 13: Ciclo de vida de una estrella. Margaret Murray Hanson (University of Cincinnati)

Elementos organogénicos.

Los elementos organogénicos(H, C, N, O, S, P) son aquellos que aparecen con mayor frecuencia en los compuestos orgánicos, son indispensables para la vida.

Según observamos en las reacciones de constitución elemental, sería de esperar que el berilio alcanzara unos mayores niveles en lo referido a cantidad, sin embargo, es superado por el carbono, esto es debido a la alta inestabilidad de los núcleos de Be, que se descomponen rápidamente en partículas alpha, el C por su parte tiene una gran estabilidad, minimizando su descomposición y favoreciendo su acumulación en el interior de las estrellas.

Abundancia de elementos en el Universo (número de átomos por cada 10.000 de Si)

<u>Z</u>	<u>Elemento</u>	<u>Abundancia</u>		<u>Z</u>	<u>Elemento</u>	<u>Abundancia</u>
1	H	$4,0 \times 10^8$		21	Sc	0,28
2	He	$3,1 \times 10^7$		22	Ti	24
3	Li	1,0		23	V	2,2
4	Be	0,20		24	Cr	78
5	B	0,24		25	Mn	69
6	C	35.000		26	Fe	6.000
7	N	66.000		27	Co	18
8	O	215.000		28	Ni	270
9	F	16		29	Cu	2,1
10	Ne	86.000		30	Zn	4,9
11	Na	440		31	Ga	0,11
12	Mg	9.100		32	Ge	0,51
13	Al	950		33	As	0,04
14	Si	10.000		34	Se	0,68
15	P	100		35	Br	0,13
16	S	3.750		36	Kr	0,51
17	Cl	90		37	Rb	0,07
18	Ar	1500		38	Sr	0,19
19	K	32		39	Y	0,09
20	Ca	490		40	Zr	0,55

Si obviamos a los gases nobles He y Ne, el resto de elementos organogénicos son bastante abundantes en el universo, a excepción del P, que curiosamente es uno de los elementos más limitantes para la vida en los diferentes ecosistemas terrestres y forma parte de moléculas orgánicas tan importantes como los ácidos nucleicos y el ATP.

Curiosamente, la abundancia relativa de estos elementos organogénicos en el universo es muy similar a su abundancia relativa en la materia orgánica de los seres vivos. Este hecho hizo que se formularan hipótesis a favor de una cosmo-química orgánica, que fueron posteriormente confirmadas gracias al avance de la radio-astronomía y al descubrimiento de moléculas orgánicas en el medio interestelar (Oró et al., 1995).

3.3. Evolución molecular.

3.3.1 Moléculas interestelares.

En 1968 se detectó por primera vez en nuestra galaxia moléculas de amoníaco (NH_3) y agua (H_2O) y en 1969 de formaldehído (HCHO). Hoy día la presencia de estas moléculas simples y otras más complejas está más que comprobada y desde entonces, se han encontrado multitud de ellas (Herbst, 2015 y Kwok, 2015) la mayoría orgánicas y además, muchas ya se habían usado en experimentos de síntesis abiótica de compuestos orgánicos. Hay que destacar las 10 siguientes: agua, amoníaco, hidrógeno, acetaldehído, ácido cianhídrico, cianoacetileno y cianamida.

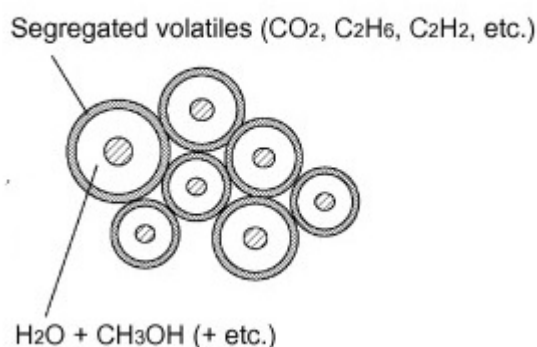
Los radicales diatómicos (C_2 , CH, CO, CN, NH, OH) precursores de estas moléculas se encuentran en la superficie de estrellas y son expulsados al espacio interestelar por distintos procesos (viento solar, explosión de una supernova) (Kwok, 2007 y 2015), también, muchas de estas moléculas se encuentran en regiones donde hay partículas inorgánicas estelares que las protegen de la radiación ultravioleta y a su vez, estas partículas inorgánicas actúan como centros de acción catalítica para la síntesis o recombinación de moléculas orgánicas.

Tanto la nebulosa como el sistema solar se formaron por colapso gravitatorio de nubes interestelares. Las condiciones al final de la transformación de estas nubes y su composición deben estar relacionadas con la posterior composición de la nebulosa y del sistema solar. Por lo tanto, los compuestos transitorios de hidrógeno, carbono, oxígeno y nitrógeno que se formaron fueron probablemente semejantes a los radicales diatómicos observados en la superficie del sol, estos

radicales constituyen grupos funcionales diatómicos muy característicos en los compuestos orgánicos. Estas moléculas al encontrar temperaturas más bajas se condensan y probablemente se transformarían en moléculas semejantes a las encontradas en las nubes interestelares y posteriormente en moléculas de más complejidad como las que se encuentran en los planetas jovianos y cometas.

Observaciones realizadas por medio de telescopios ópticos en las atmósferas de los planetas jovianos han detectado fosfamina, amoniaco, agua, metano, hidrocarburos y varios compuestos de azufre, estos últimos responsables de la coloración de las zonas ecuatoriales de Júpiter.

Continuando con la evolución de las moléculas orgánicas en el sistema solar, hay que hacer mención a los cometas. Considerados como los restos más antiguos de la formación del sistema solar, en ellos se han detectado grandes cantidades de compuestos de carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno de complejidad semejante o superior a la observada en moléculas interestelares y además pueden haber transportado agua y moléculas orgánicas a la tierra primitiva (Oro et al., 1995, 2006). Sus análisis, han dado pistas sobre las posibles condiciones físicas y químicas que se dieron a comienzos de la nebulosa solar y la naturaleza de las moléculas orgánicas que pudieron ser transportadas a la tierra. La fase volátil que rodea a los cometas ha sido ampliamente estudiada mediante herramientas de teledetección y en ella se han encontrado más de veinticinco especies gaseosas (Kawakita et al., 2013). A través de la espectroscopía infrarroja se han detectado numerosos minerales en las partículas cometarias (Crovisier et al., 1997).



*Ilustración 14: Partículas cometarias
(Kawakita et al., 2013)*

La misión Giotto y Vega, reveló la presencia de compuestos orgánicos refractarios, estos fueron posteriormente confirmados por la misión Stardust. Varias misiones in-situ han tomado medidas de moléculas orgánicas sólidas en los agregados del cometa (Vega 1 y 2, Giotto y Stardust). Los espectrómetros PUMA1, 2 y PIA a bordo de las misiones Vega 1, 2 y Giotto respectivamente, hicieron los primeros análisis in-situ de partículas cometarias expulsadas del núcleo del cometa 1P/Halley (Kissel et al., 1986a y Kissel et al., 1986b). PUMA detectó diferentes tipos de partículas cometarias en 1P/Halley:

- Rocosas

- Orgánicas (CHON)
- Rocosas y orgánicas

La parte orgánica en la estela de Halley es bastante importante, llegando a representar hasta el 50% en masa. Además esta materia orgánica detectada, fue más compleja de lo esperado, el espectrómetro de masas detectó moléculas superiores a 100Da (Kissel et al., 1986a), sin embargo solo se pueden hacer suposiciones al respecto, debido al corto tiempo de observación del cometa.

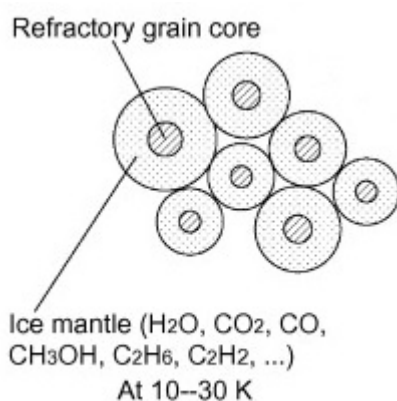


Ilustración 15: Kawakita et al., 2013

En 2006 el análisis de las muestras tomadas por la misión Stardust de la NASA reveló la presencia de Silicatos cristalizados formando complejos con materia orgánica en granos del cometa 81P/Wild 2 (Sandford et al., 2006 y Sandford et al., 2010), esta materia orgánica hayada corresponde a grupos aromáticos, alifáticos y nitrogenados. Análisis posteriores revelaron la presencia de Glicina (Aponte et al., 2014), el aminoácido más simple.

En resumen y teniendo en cuenta el contexto científico actual del origen de la vida, podemos decir que las moléculas orgánicas (y sus precursoras) constitutivas de la vida fueron formadas en el medio interestelar a través del bombardeo de rayos cósmicos y la radiación ultravioleta a especies condensadas de H_2O , CO , CO_2 , CH_3OH , y NH_3 situadas en partículas cometarias de silicato y carbono. Posteriormente estas moléculas fueron incorporadas a planetesimales, cometas y asteroides durante la formación del disco protoplanetario, momento en el que pudieron ser modificadas por procesos nebulares antes de llegar a los planetas a través del bombardeo de meteoritos.

3.3.2. Últimas misiones y sus herramientas de detección molecular.

En este apartado se estudiará las herramientas que hacen posible la detección de moléculas interestelares, para esto, analizaremos dos misiones espaciales actuales que aun no han concluido su actual viaje, hablamos de la expedición Rosseta y New Horizons.

Rosseta

En enero de 2003, la agencia espacial europea (ESA) tenía planeado el lanzamiento de la sonda Rosseta con la finalidad de estudiar el cometa 46P/Wirtanen. Debido a problemas técnicos el lanzamiento tuvo que ser retrasado y se seleccionó un cometa de reemplazo, el 67P/Churiumov-Guerasimenko.

Finalmente, el lanzamiento pudo llevarse a cabo el 2 de marzo de 2004, se efectuó desde la base de Kourou en la Guayana Francesa y usando un cohete Ariane 5. Gracias a la asistencia gravitatoria y a su largo estado de hibernación (957 días) la sonda Rosseta pudo colocarse en órbita con el cometa, hecho que ocurrió en agosto del 2014, momento en el que también comenzó el cartografiado de su superficie. El 12 de noviembre de 2014 el módulo de aterrizaje Philae es lanzado sobre el cometa para dar comienzo a los estudios físicos y químicos del mismo. 25 minutos después del aterrizaje, COSAC encontró un espectro en su modo "sniffing", el espectro reveló una serie de 16 compuestos orgánicos, incluyendo muchas especies nitrogenadas, ninguna de ellas con azufre y cuatro compuestos metilados: Isocianato, acetona, propionaldehído y acetamida, ninguno de ellos encontrados previamente en ningún cometa (Goesmann et al., 2015).

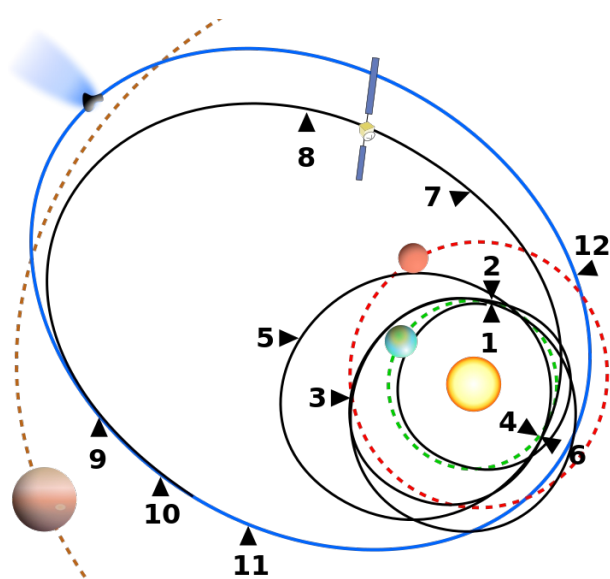


Ilustración 16: ESA webpage
<http://sci.esa.int/rosetta/?fapplet=1>

Trayectoria de Rosetta.

- 1 - marzo de 2004: lanzamiento de Rosetta ✓
- 2 - marzo 2005: primera asistencia gravitacional de la Tierra ✓
- 3 - febrero 2007: asistencia gravitacional de Marte ✓
- 4 - noviembre 2007: segunda asistencia gravitacional de la Tierra ✓
- 5 - septiembre 2008: sobrevuelo del asteroide Steins ✓
- 6 - noviembre 2009: tercera y última asistencia gravitacional de la Tierra ✓
- 7 - julio 2010: cita con el asteroide 21 Lutecia ✓
- 8 - julio 2011: puesta en hibernación de la sonda ✓
- 9 - enero 2014: reactivación de la sonda ✓
- 10 - agosto 2014: puesta en órbita alrededor del cometa ✓
- 11 - 12 de noviembre 2014: aterrizaje de Philae en la superficie del cometa ✓
- 12 - diciembre 2015: fin previsto de la misión

La agencia espacial europea, dispone en su [web](#) de un vídeo detallado de la cronología y hechos relevantes del largo viaje de Rosseta.

A bordo de la sonda Rosetta se encuentran numerosas herramientas de medida y recogida de datos, este análisis se centrará en aquellos instrumentos que medirán la composición química del material orgánico refractario (Le Roy et al., 2012).

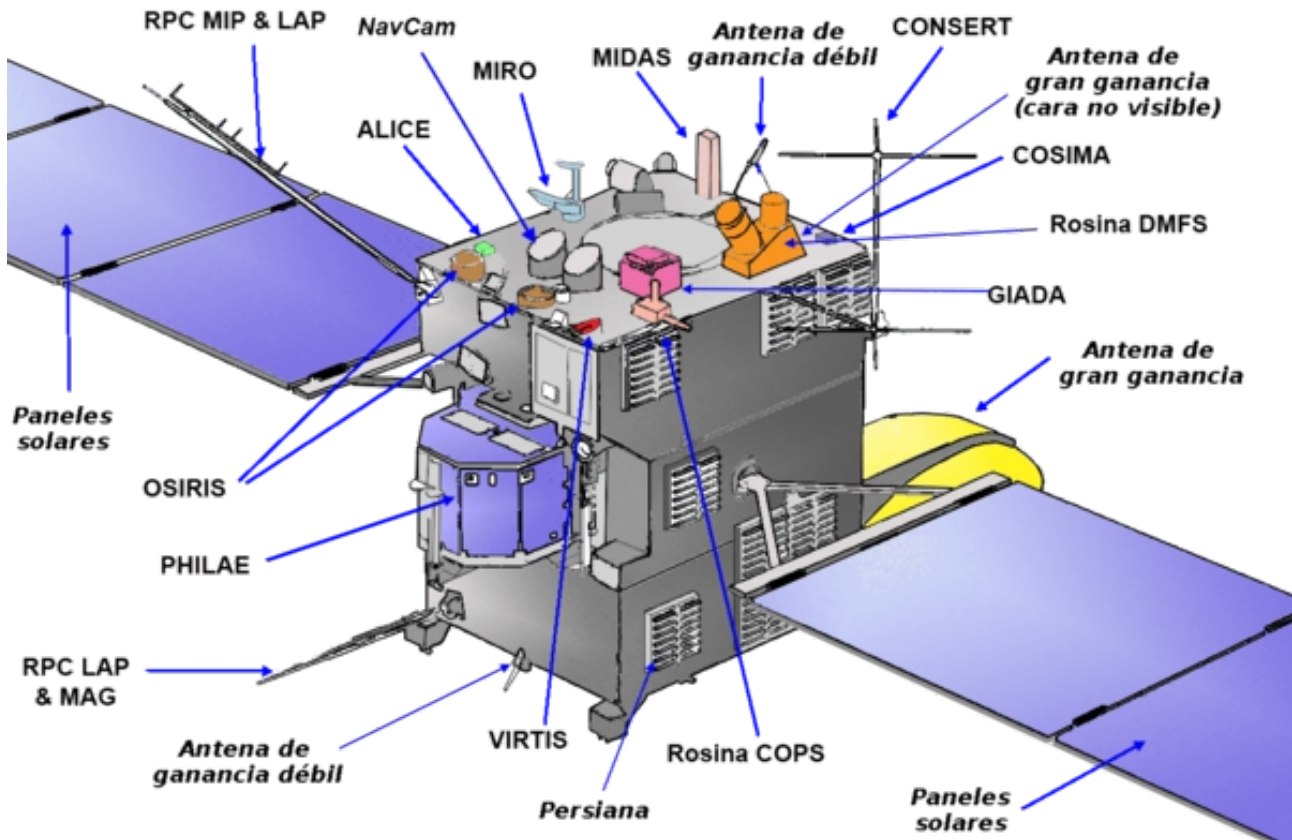


Ilustración 17: Estructura y ubicación de los instrumentos científicos a bordo de la sonda Rosetta

- COSIMA (COmetary Secondary Ion Mass Analyzer) es un espectrómetro de masas que analiza las primeras capas atómicas de una muestra sólida y, a continuación permite el análisis químico de los granos y en especial de la materia orgánica refractaria. Su resolución es por lo menos 10 veces superior a la de los espectrómetros usados en las misiones Stardust, Giotto y Vega 1 y 2
- VIRTIS (Visible InfraRed thermal Imaging spectrometer) es una cámara que detecta y caracteriza bandas espectrales de minerales y moléculas derivadas de la superficie y de los granos dispersos por el cometa.
- COSAC (COmetary Sampling and Composition experiment) es un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas a bordo del módulo de aterrizaje Philae, analiza las

muestras de la superficie y subsuperficie del núcleo del cometa y permitir la caracterización y cuantificación de compuestos orgánicos que incluyen moléculas grandes y quirales calentándolas a temperaturas superiores a 327K.

- MODULUS-Ptolemy (Methods of Determining and Understanding Light elements from Unequivocal Stable isotope compositions) es un instrumento a bordo del módulo de aterrizaje, colocado alrededor de un espectrómetro de masas que atrapa iones. Está centrado en determinar la naturaleza y la composición isotópica de los gases y compuestos refractarios en la superficie y subsuperficie del núcleo, los compuestos sólidos son convertidos en gases antes de su análisis, esta conversión es realizada a través de técnicas térmicas y químicas, los gases son analizados directamente por el espectrómetro de masas, por medio de cromatografía de gases o por módulos de procesamiento químico antes del análisis de espectrometría.

New Horizons

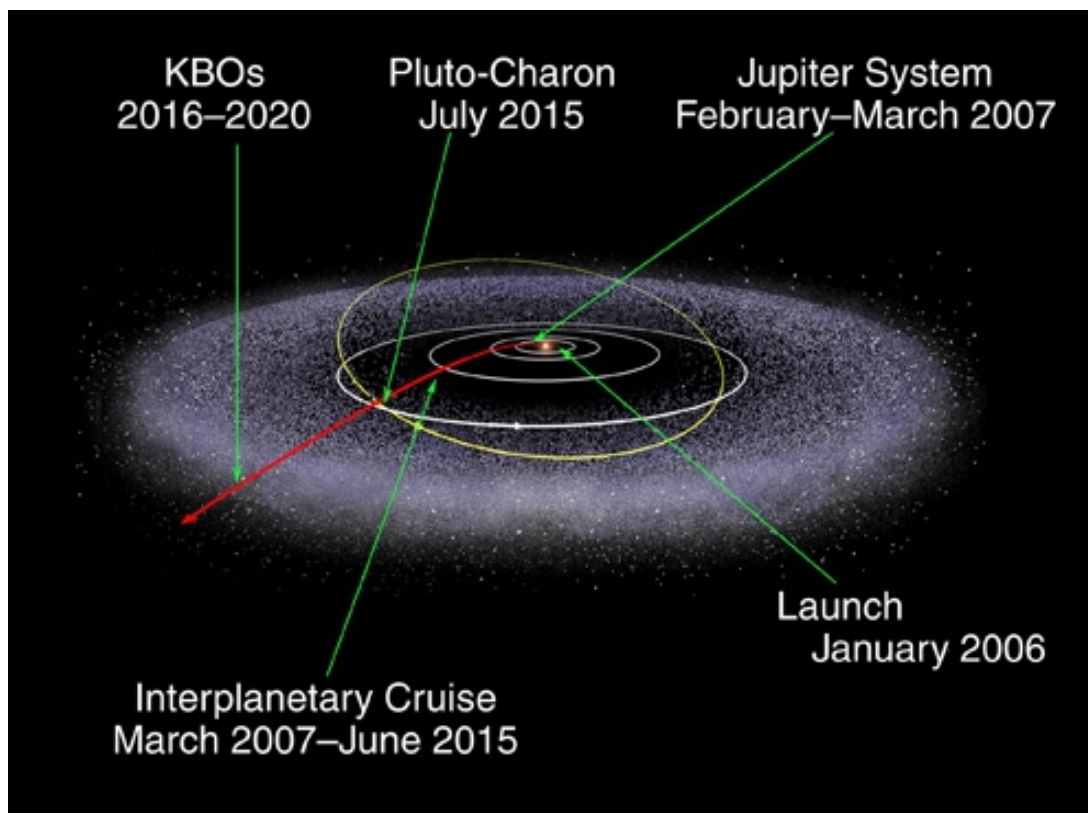


Ilustración 18: Trayectoria y calendario de la New Horizons

La última expedición espacial de la NASA tiene como objetivo el estudio del planeta enano Plutón y sus lunas y concluir en el enigmático cinturón de Kuiper, para esto, la New Horizons tendrá que recorrer 4.000 millones de kilómetros durante nueve años a una velocidad promedio de

58.500km/h. En sus nueve años de trayectoria, New Horizons ha ido registrando mediciones con sus instrumentos, gracias a lo cual se podrá tener información sobre el tamaño, la densidad y la distribución del polvo de nuestro sistema. Estos datos ayudarán a descifrar cómo se formó y evolucionó el Sistema Solar.

- El 19 de enero de 2006 la New Horizons fue lanzada mediante una lanzadera Atlas V 551 desde Cabo Cañaveral, en Florida.
- En febrero-marzo del año 2007 la nave recibió asistencia gravitacional de Júpiter lo que le permite aumentar su velocidad en unos 14.400 km/h y ahorrar hasta tres años de tiempo de vuelo.
- Entre 2007 y 2014 la sonda avanzó en un estado de hibernación, enviando señales semanales a la Tierra para asegurar su correcto funcionamiento y durante cincuenta días al año se despierta para recabar datos y realizar calibraciones.
- En otoño de 2014 se llevaron a cabo monitorizaciones de forma regular, unos doscientos días antes de que la nave llegue al punto más cercano a Plutón.
- Durante julio de 2015 la lanzadera pasó a 9600 kilómetros de Plutón y envió datos de sus observaciones de muy exhaustivamente.
- Su viaje concluirá en el cinturón de Kuiper, siempre y cuando lo apruebe la NASA y explorará uno o más de los cuerpos del cinturón.

Descubierto hace 85 años, la Unión Astronómica Internacional decidió, en 2006, sacar a Plutón de la lista de planetas del Sistema Solar y lo catalogaron como enano. “Plutón es un nuevo tipo de planeta. ¿Nieve de metano? ¿Volcanes de hielo? ¿Océanos subterráneos? Las posibilidades son infinitas”, destaca Alan Stern, astrofísico del Southwest Research Institute, en EE.UU., e investigador principal del proyecto.

A parte del acercamiento a Plutón, esta misión realizará otro hito sin precedentes en los viajes espaciales, visitar el Cinturón de Kuiper, el padre de los cometas de corto periodo, como el 67P, visitado por la misión Rosetta, Kuiper es además un remanente “fossilizado” de la formación de nuestro Sistema Solar.

El descubrimiento del Cinturón de Kuiper ha sido uno de los adelantos más importantes para la ciencia del Sistema Solar en los últimos 30 años, este hecho ha representado un cambio en la visión uniformista y en la estabilidad del Sistema Solar. Muchos investigadores reconocen que el Sistema Solar fue mucho más compacto y violento en sus primeros 600 millones de años de lo que anteriormente se pensaba (Mckinnon, 2015)

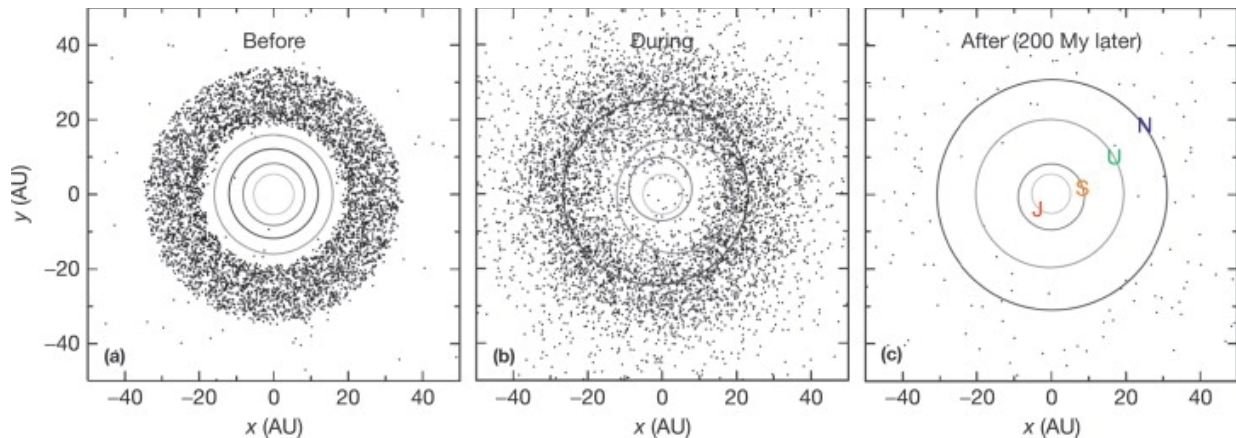


Ilustración 19: Evolución de los planetas gigantes y el disco de planetesimales que les rodea (Cinturón de Kuiper). Nature 435: 466–469.

La New Horizons de 2,5 metros de ancho y 478 kilogramos de peso lleva a bordo un total de siete instrumentos de medición que determinarán la composición y temperatura de Plutón y Caronte (la mayor de sus lunas)

- Alice. Espectrómetro ultravioleta utilizado para medir la composición del gas atmosférico
- Ralph. Combina un espectrómetro infrarrojo (LEISA), para hacer mapas de la composición de la superficie, y una cámara óptica de color (MVIC), para elaborar estos mismos mapas y registrar la geología y morfología del planeta.
- Rex. Se trata de un radioexperimento para medir la composición atmosférica y la temperatura.
- LORRI. Telescopio óptico que proporciona imágenes de alta resolución de la superficie de un planeta.
- PEPSSI. Detecta y mide partículas que se escapan de la atmósfera plutoniana.
- SWAP. Registra las propiedades del viento solar, también se utiliza para buscar la magnetosfera que, en teoría, rodearía a Plutón.

- SDC. Construido por un equipo de estudiantes de la Universidad de Colorado, en EE.UU. Mide los impactos de polvo en la nave durante toda su trayectoria y analiza su densidad y composición.

Durante este año (2015) y 2016, nuestra comprensión del sistema Plutón-Caronte debería avanzar rápidamente, el encuentro se llevó a cabo este pasado Julio y la descarga de datos tardará aproximadamente un año (Mckinnon, 2015). Para analizar los datos que se obtendrán del Cinturón de Kuiper habrá que esperar mucho más.

3.3. Abiogénesis experimental.

Miller y Urey en 1953 abrieron las puertas del mundo científico a la abiogénesis experimental, como se ha mencionado anteriormente, estos científicos consiguieron formar moléculas orgánicas simples a partir de moléculas inorgánicas simulando las condiciones de la tierra primitiva. Aunque el contexto en que se situaron Miller y Urey no fue erróneo, hoy podemos decir que es incompleto, en 1969 ya se habían detectado varias moléculas orgánicas (o necesarias para la vida) en el espacio: Amoniaco, agua y formaldehído. Posteriormente esta lista ha sido ampliada y se puede afirmar que las condiciones de la tierra primitiva no son las únicas bajo las que se puede formar moléculas orgánicas, las condiciones de la nebulosa solar también pueden hacerlo, y los cometas posiblemente fueron un catalizador de diferentes moléculas orgánicas y un vehículo para transportarlas.

Desgraciadamente la mayoría de estas moléculas (bases nitrogenadas, precursores de aminoácidos, etc) son destruidas por las altas temperaturas derivadas de la colisión. Sin embargo la presencia de H_2O , CN, CH, CO, CO_2 y otros radicales y moléculas carbonatadas en la atmósfera solar sugiere que estas moléculas pudieron sobrevivir a la colisión (Oró et al., 1992).

Las condiciones anóxicas de la prebiótica paleoatmósfera sumadas a la formación post-colisión de numerosas moléculas y radicales excitados, unido a el enfriamiento rápido de la bola de gas, hace que la formación de moléculas relacionadas con elementos biogénicos fuese posible tras su deposición en determinados ambientes donde compuestos orgánicos complejos pueden haber sido producidos y acumulados. (Oró et al., 1992).

El ascenso en la evolución química prebiológica que trataremos estará centrado en la constitución de ácidos nucleicos, más concretamente de ARN, moléculas muy importante en los diferentes mecanismos genéticos, esta molécula además, se piensa que fue precursora del ADN, de aquí su importancia en la abiogénesis experimental.

3.3.1 Monómeros Bioquímicos.

Los resultados obtenidos tras décadas de síntesis de compuestos bioquímicos bajo condiciones prebiológicas (nebulosa solar, tierra primitiva) han arrojado datos que apoyan fuertemente la teoría de la evolución química.

En las reacciones de abiosíntesis se han usado como sustratos moléculas sencillas encontradas en nubes interestelares y en sistema solar. Las mezclas clásicas incluyen metano, amoníaco y agua. Estas moléculas se encuentran en varios ambientes ya mencionados (atmósfera de planetas jovianos, cometas, nebulosa). Por otro lado, también se han usado mezclas en representación de las emanaciones volcánicas terrestres (CO, N₂, H₂O, H₂, H₂S), y variaciones de estos dos tipos de mezclas.

En estos experimentos se han incluido varias formas de energía existentes en la tierra primitiva:

- Descargas eléctricas
- Luz ultravioleta
- Radiación ionizante
- Energía térmica

En el caso de los aminoácidos e hidroxiaácidos obtenidos, se puede decir que son prácticamente idénticos a los encontrados en meteoritos carbonáceos.

Moléculas interestelares y cometarias	Fórmulas	Monómeros resultantes y algunas propiedades
Hidrógeno	H ₂	Agente reductor
Agua	H ₂ O	Disolvente universal
Amoníaco	NH ₃	Catálisis y aminación
Monóxido de carbono	CO (+H ₂)	Ácidos grasos
Formaldehído	CH ₂ O	Ribosa y glicerol
Acetaldehído	CH ₃ CHO (+CH ₂ O)	Desoxirribosa
Aldehído	RCHO (+HCN y NH ₃)	Aminoácidos
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S (+otros precursores)	Cisteína y metionina
Thioformaldehído (interestelar)	CH ₂ S	Cisteína y metionina
Cianuro de hidrógeno	HCN	Purinas and aminoácidos
Cianoacetileno (interestelar)	HC ₂ N (+cianato)	Pirimidinas
Cianamida (interestelar)	H ₂ NCN	Agente condensante para la síntesis de biopolímeros
Nitrito de fósforo (interestelar)	PN	Fosfatos y nucleótidos
Fosfato (meteoritos y polvo interplanetario)	PO ₄ ³⁻	Fosfatos y nucleótidos

Ilustración 20: Compuestos bioquímicos presentes en el espacio interestelar y en los cometas. Datos obtenidos de Oró J, Miller SL, Lazcano A. 1990. The origin and early evolution of life on earth. Annual review of earth and planetary sciences 18: 317-56

Una lista más amplia de unas 150 moléculas puede verse en la página web de la NASA, ordenadas por número de átomos y fase en las que se encuentra. Podemos observar moléculas de hasta doce y trece átomos, entre ellas el benceno.

<http://science.gsfc.nasa.gov/691/cosmicice/interstellar.html>

Estudios recientes han conseguido sintetizar ARN a partir de formamida. La formamida es la amida derivada del ácido fórmico y en su estructura (NH_2COH) se encuentran los 4 elementos más abundantes del universo a excepción del inerte helio (Saladino et al., 2012). La formamida es una molécula ubicua, presente en cometas, satélites y en el medio interestelar. Posee unas características que la hacen muy atractiva como recurso para el proceso prebiótico:

- Su principal vía de síntesis consiste en la reacción entre cianuro de hidrógeno (HCN) y agua (H_2O). Estas dos combinaciones de tres átomos son los compuestos orgánicos e inorgánicos más abundantes encontrados en el espacio (www.astrochemistry.net).
- Es líquida entre 4 y 210 °C y se concentra fácilmente por evaporación de agua
- Esto aumenta la formación de micelas de tensioactivos iónicos lo que sugiere un importante papel en la posterior organización macromolecular

Las bases nitrogenadas necesarias son proporcionadas por la formamida a través de un simple diseño experimental que consiste en calentar formamida en un recipiente sellado durante 24-48 horas a 140-160°C con la presencia de un catalizador. Los catalizadores usados fueron una muestra representativa de los minerales terrestres (carbonato cálcico, monóxido de aluminio, monóxido de silicio, dióxido de titanio...), análogos de los olivinos terrestres presentes en el polvo estelar, minerales de fosfato, azufre y cobre además de los minerales encontrados en el meteorito Murchinson. Los compuestos obtenidos fueron: Bases nitrogenadas, ácidos carboxílicos, dos aminoácidos y otras moléculas simples mostradas abajo.

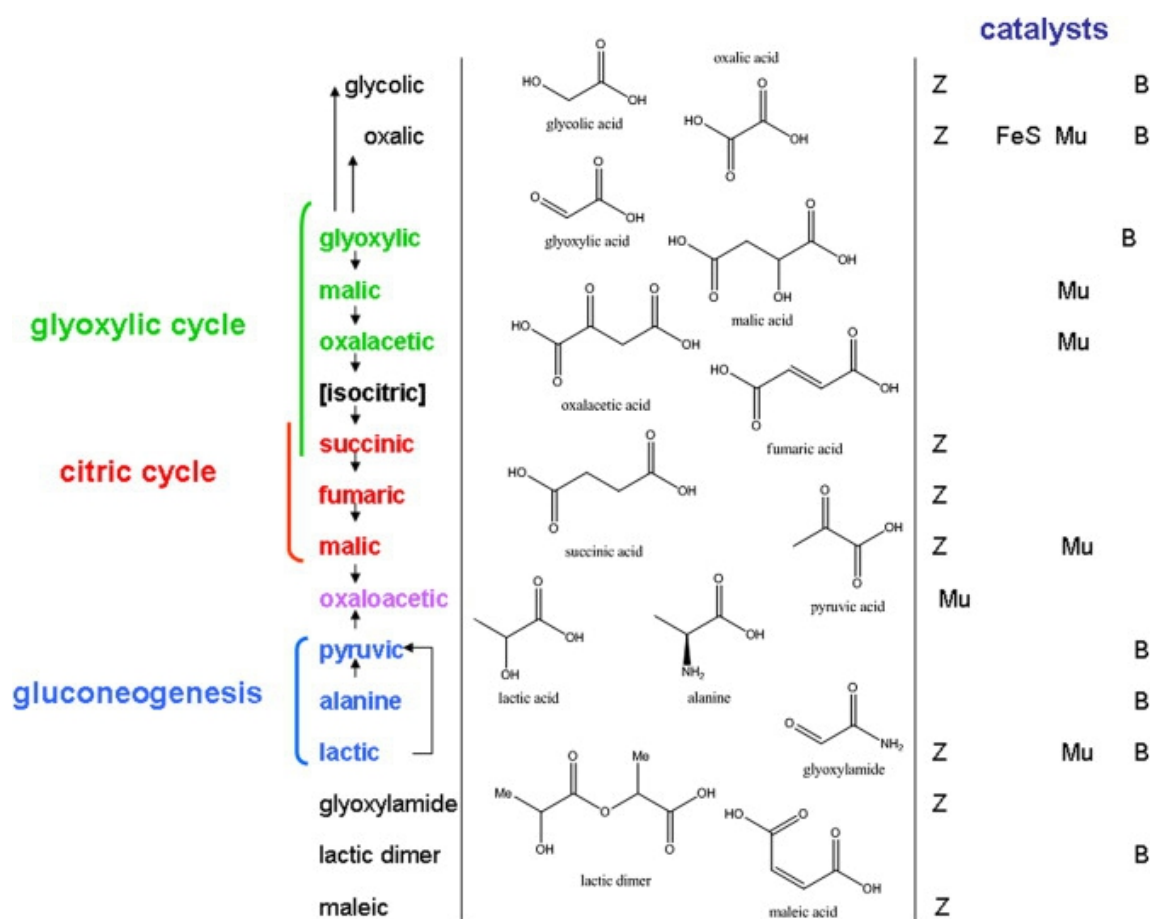


Ilustración 21: Ácidos carboxílicos formados a partir de la formamida por choque termico y con catalizador. Zirconium minerals (Z), iron sulphur minerals (Fe-S), borate minerals (B), minerals of the Murchison meteorite (M).

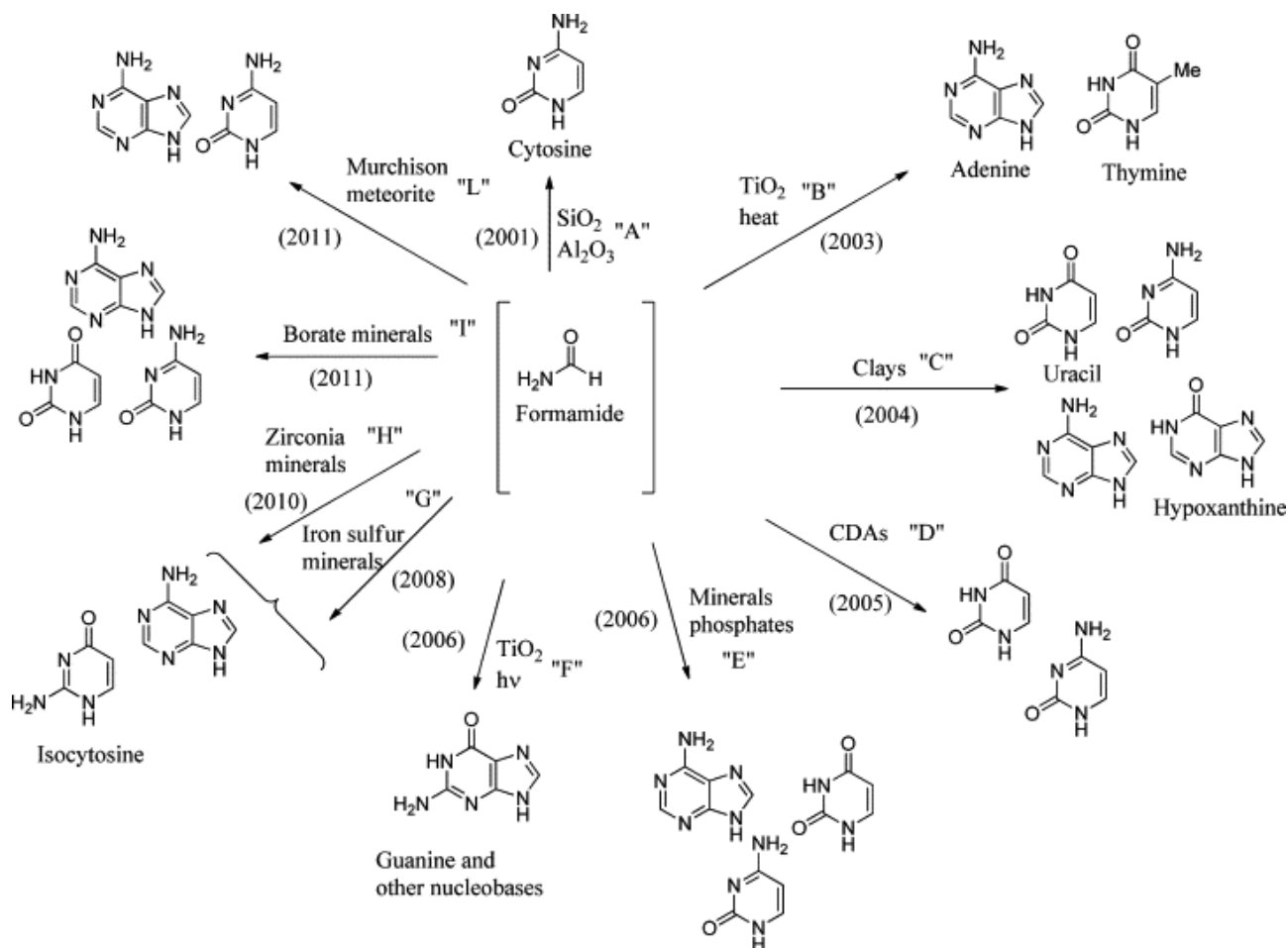


Ilustración 22: Resumen. Formación de bases nitrogenadas a partir de la formamida.

Con la obtención de bases nitrogenadas se ha conseguido el primer de los tres pasos necesarios para obtener un nucleótido. Los nucleótidos, son los monómeros de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y están formados por un nucleosido (una pentosa unida a una base nitrogenada) fosforilado. Por lo tanto son moléculas importantísimas en los diferentes mecanismos genéticos y además intervienen en el almacenamiento y liberación de la energía química (ATP).

La obtención de nucleósidos puede realizarse mediante tres tipos de reacciones (Saladino et al., 2012):

- La formación directa del enlace glucosídico entre una base nitrogenada preformada y un azucar.
- Construcción de una base nitrogenada heterocíclica en un azucar preformado
- Construcción del azucar en una base nitrogenada preformada

Sin embargo la directa condensación del azucar y la base nitrogenada no funciona eficientemente en condiciones prebióticas por razones cinéticas y termodinámicas.

β -ribocytidine-2',3'-cyclic phosphate fue sintetizado usando un proceso con multiples pasos a partir de glicolaldehido y cianamida a través de la pentosa oxalazolina aminada en el que el andamio de citosina fue construido gradualmente (Powner et al., 2009).

Diferentes acilonucleosidos de purina han sido sintetizados a partir de la formamida y de óxido de titanio (catalizador) usando un proceso de dominio "one-spot"(Saladino et al., 2003). En este proceso la cadena azucarada crece añadiendo unidades de carbono del formaldehido.

Fosforilando el nucleósido se finaliza la síntesis del nucleótido. En presencia de una fuente de fosfato, los nucleosidos de fosmamida se fosforilan(Costanzo et al., 2007), la fuente de fosfato puede ser KH_2PO_4 o uno de los muchos minerales de fosfato. La fosforilación más eficiente fue observada con KH_2PO_4 e hidroxiapatito y un fosfato mineral con contenido en cobre (libethenite, cornetite, ludjibaite y reichenbachite). La temperatura optima observada fué 90 °C y la fosforilación ocurrió en la posición 2', 3' y 5' del azucar.

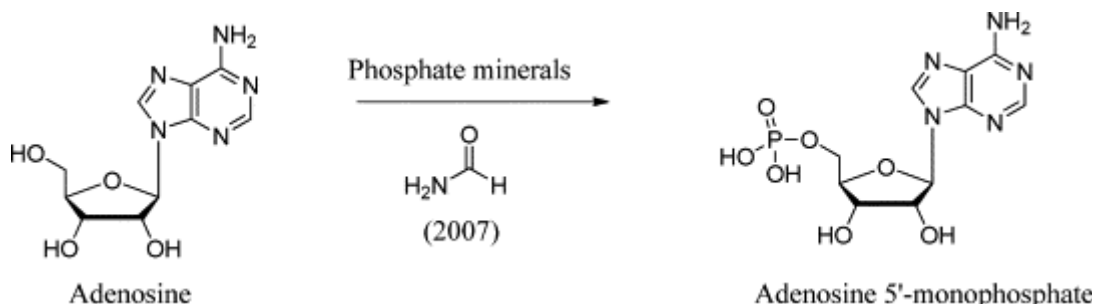


Ilustración 23: Fosforilación de un nucleosido usando formamida y en presencia de minerales de fosfato

3.3.2 Polímeros Bioquímicos.

Una vez superada la fase de síntesis de monómeros bioquímicos estudiaremos como estas moléculas pueden reaccionar para formar polímeros bioquímicos, algunos tan importantes como los ácidos nucleicos. Para estas reacciones hay que tener en cuenta que son moléculas sumamente frágiles y los márgenes de interacción son muy limitados, es decir, se requieren reacciones en soluciones acuosas a temperaturas moderadas y con una concentración suficiente de monómeros bioquímicos (evaporación). Hay que sumar la necesidad de un agente condensante o catalizador, pH cercano al neutro, cambios cíclicos de temperatura y alternar periodos húmedos y secos que facilitaría la condensación y el crecimiento progresivo de los polímeros lineales sintetizados.

Hoy día, la importancia para la vida de los ácidos nucleicos es más que conocida, son las moléculas encargadas de almacenar, transmitir y codificar en forma de proteínas la información genética de cada organismo, destacando en este sentido al ADN.

Llegados a este punto, nos enfrentamos a la paradoja genética del huevo y la gallina. Si la replicación del ADN requiere de proteínas, y las proteínas requieren de ADN para su codificación ¿Quién existió primero? La hipótesis sobre el “Mundo de ARN” trata de resolver esta cuestión. Walter Gilbert en 1986 fue el primero en usar esta expresión, sin embargo la idea ya había sido mencionada previamente por un par de autores. Esta hipótesis sostiene que en el supuesto caldo primigenio existieron nucleótidos en disolución, los nucleótidos formarían enlaces entre ellos que posteriormente se romperían por ineficiencia energética, sin embargo ciertas secuencias de bases necesitarían de una mejor energía, lo que favorecería un mayor tiempo de unión, los nucleótidos más favorables fueron captados posteriormente por esta cadena y la velocidad de captación no se vería superada por la velocidad de degradación. Estas cadenas tuvieron que corresponder a ARN y además estuvieron sujetas a un proceso de selección natural, compitiendo por los recursos (nucleótidos) y favoreciendo la supervivencia de las mejores adaptadas, que en aquel contexto fueron las que consiguieron catalizar su propia reproducción. Por todo esto se piensa, que eventualmente el ARN evolucionó hasta el actual sistema de ADN-proteínas, quedando el ARN como intermediario de ambas.

Las dificultades para sintetizar y almacenar los monómeros de ARN es uno de los inconvenientes a esta hipótesis, además la escasa actividad enzimática del ARN añade otro punto negativo a esta teoría.

Avances recientes describen una polimerización no enzimática de mononucleótidos en una matriz cristalina líquida de fosfolípidos, lo que sugiere que un “Mundo lipídico” podría haber precedido a un “Mundo ARN” (Paleos, 2015)

La síntesis abiótica del ARN ha sido objeto de estudio durante décadas y numerosos modelos y mecanismos han sido propuestos, sin embargo, la mayoría de estos modelos necesitaban de unos complejos procedimientos químicos para la pre-activación de los monómeros lo que disminuye su carácter abiótico. La formamida proporciona bases nitrogenadas y aciclonucleósidos solo por calentamiento en presencia de catalizadores que además fosforilan en presencia de una fuente de

fosfato. Para la obtención de polímeros, los monómeros deben de ser polimerizados en los diferentes seres vivos, estas reacciones son catalizadas por las ARN y ADN-polimerasas, complejas herramientas genéticas de las que no se dispone en la abiosíntesis experimental. La reacción de polimerización consiste en una simple transfosforilación que ocurre entre monómeros apilados, a través de la apertura del fosfato cíclico unido a la ribosa y la formación del enlace fosfoester con el adyacente 3'OH de la ribosa colocada aguas arriba.

En 1973 se consiguió por primera vez una auto-polimerización que dio lugar a oligonucleótidos con una longitud de cadena de al menos 6. Esto se consiguió evaporando una solución de adenosina 2',3'-fosfato en presencia de catalizadores simples a pH alcalino, estado seco y temperaturas moderadas (Verlander et al., 1973). Los productos contenían un exceso de enlaces 3' y 5', superando a los enlaces 2' y 5'. El hecho de que las purinas con enlaces 3' y 5' realicen una polimerización espontánea sugiere su posible papel como una fuente de precursores para la síntesis abiótica de ARN. Las razones para este enfoque son sencillas:

- ◆ Reacción termodinamicamente favorable.
- ◆ La estabilidad del enlace 3' O-P (el más debil del ARN) puede ser mayor en la forma polimérica que en la forma monomérica dependiendo del entorno fisico-químico. Existen condiciones que favorecen la forma polimérica.
- ◆ Las bases nitrogenadas y los nucleótidos tienen una fuerte tendencia a apilarse, formando estructuras altamente concentradas.
- ◆ El problema de la concentración se resuelve imaginando los diferentes escenarios donde pudo ocurrir la sopa prebiótica, sin embargo la extrapolación del escenario debe de hacerse a posteriori, siempre y cuando los primeros pasos de la vida hayan sido al menos vagamente definidos.

La solubilización de 3',5' cGMP y 3',5' cAMP en agua seguida de un choque térmico moderado. En el caso de los polímeros de 3',5' cGMP rápidamente alcanzaron longitudes de 30 unidades, en el caso del 3',5' cAMP solo se consiguieron oligómeros de 6 unidades. Estas reacciones se consiguieron usando purinas con enlaces 3' y 5', las condiciones para la polimerización de pirimidinas todavía no han sido encontradas, además se necesitaron ribonucleasas específicas para la obtención del correcto enlace fosfodiester.

Todavía quedan muchos problemas por resolver en este ámbito, uno de ellos es la replicación no enzimática de los ácidos nucleicos y el establecimiento de una interrelación autocatalítica entre los polinucleótidos y los polipéptidos. Sin embargo se han conseguido grandes avances en el proceso de ensamblaje de ADN, con métodos que permiten ensamblar cientos de fragmentos de ADN en otros mayores a 20kb (Merryman et al., 2012)

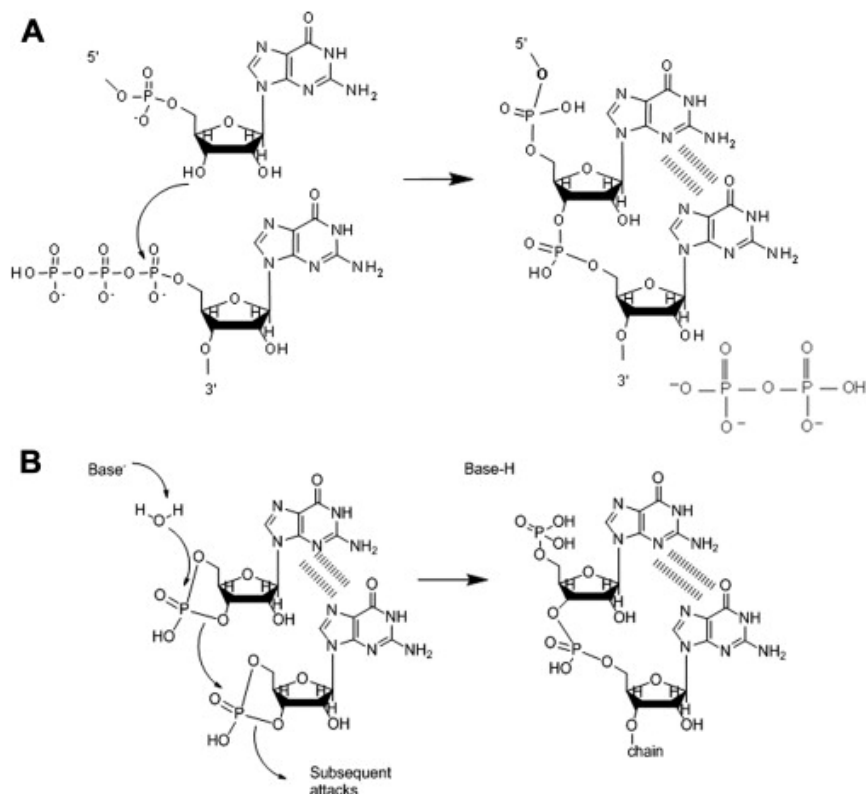


Ilustración 24: A: Polimerización catalizada por la ARN polimerasa.
B: Polimerización no enzimática

3.3.3. Evolución protobiológica.

Según afirma Juan Oró, (profesor de Bioquímica de la Universidad de Houston, miembro de la Junta Ejecutiva de la Sociedad Internacional para el Estudio del Origen de la Vida e investigador de la NASA) en varios de sus trabajos este es el eslabón más complicado y menos conocido de nuestra cadena evolutiva. “Saber qué mecanismos fueron y son responsables de la interacción entre proteínas y ácidos nucleicos y que dieron lugar al primer sistema molecular capaz de reproducirse por sí mismo. Esto constituye la quintaesencia de la fase llamada evolución protobiológica”. La resolución de este enigma equivaldría a penetrar en la relación estructural-informacional entre los ácidos nucleicos y las proteínas y a conocer el proceso de aparición de la primera enzima, que según Hopkins fue el suceso más importante de la historia del universo.

Es posible que la aparición de la síntesis proteica y la encapsulación de la maquinaria necesaria para la replicación pudo haber ocurrido durante el “RNA-world”. La posibilidad de que el primer ribosoma careciera de proteínas ha sido apoyado por estudios cristalográficos que han demostrado que el “sitio” catalítico del ribosoma (donde se forma el enlace peptídico) está formado

unicamente por ARN (Nissen et al., 2000). Según Kumar y Yarus cuatro de las reacciones más importantes en la biosíntesis proteica son catalizadas por ribozimas y su naturaleza complementaria sugiere que estas reacciones podrían haber aparecido en el “RNA-world”. Si este fuera el caso, las primitivas bases nitrogenadas podrían ser diferentes a las conocidas hoy día (Delaye et al., 2005).

Sin embargo, estudios recientes demuestran que los nucleótidos pueden polimerizar en medios líquidos cristalinos como fases lipídicas, en la cual, el lípido promueve la síntesis no catalítica del ARN seguido de su encapsulamiento en vesículas rehidratadas. Este hecho nos hace pensar que un posible mundo lipídico precedió al mundo del ARN. Estas vesículas pueden ser consideradas entidades precelulares que fueron desarrollando funciones proteicas para la adquisición de habilidades de reconocimiento y transporte molecular en el mundo del ARN (Paleos, 2015).

La continuación al proceso de formación de los diferentes compuestos bioquímicos se piensa que fue la consecución de procesos catalíticos y de auto-organización estructural. Este periodo es el más importante en la evolución de la química orgánica puesto que señala la aparente discontinuidad entre los mundos viviente y no-viviente.

A continuación analizaremos cuatro procesos únicos de síntesis, que sumados al Proto-ribosoma y al protoplasma precelular, fueron muy probablemente responsables de la aparición e interacción cooperativa de las cuatro moléculas o complejos siguientes:

- Protoenzima. Pequeño péptido lineal de 4 o más unidades monoméricas, con aminoácidos polifuncionales tales como la arginina, la histidina, la serina, etc., y con la capacidad de formar complejos con oligonucleótidos. Molécula biocatalítica.
- Proto-ADN o Proto-ARN. Oligonucleótido lineal de 12 o más unidades monoméricas, con bases idénticas o distintas y con la posibilidad de formar complejos con otros oligonucleótidos y oligopéptidos. Molécula autoduplicativa codificante.
- Proto-tARN. Pequeño oligonucleótido lineal combinado con un aminoácido terminal que puede formar estructuras intramoleculares en horquilla, capaces de enlazarse o formar complejos con los anteriores nucleótidos y péptidos. Molécula traductora de un código.
- Protomembrana. Lípido anfótero capaz de formar una estructura esférica estable y semipermeable para la separación de su fase orgánica interna del medio exterior.

Continuando el desarrollo evolutivo, es de especial interés el sistema Proto-ARN, ya que este sistema posee con la ayuda de una molécula catalítica o protoenzima que aumenta la potencialidad de duplicación. Así pues, se puede pensar que un previrus podría haber sido una de las primeras formas de vida subcelular con origen en el mundo del ARN. Existen cuatro teorías sobre el origen de los virus, la hipótesis de un posible previrus está en consonancia con una de ellas, sin embargo, si al final se acepta el origen de los virus como un parásito degenerado habría que descartar la teoría del previrus (Campbell, 2001). La hipotética existencia de varios previrus y varias protoenzimas “parasitando” la materia orgánica de aquellas primitivas lagunas cálidas establecería un proceso evolutivo competitivo, algunos de estos previrus podrían adquirir una mayor capacidad adaptativa y por lo tanto competitiva por la asociación con otros complejos

prebiológicos que potenciasen su estabilidad o su velocidad de autoduplicación.

Para lograr el salto evolutivo hasta la constitución de una entidad celular propiamente dicha, se tuvieron que lograr una simultaneidad en la aparición de diferentes procesos:

- a) Copia de macromoléculas informativas
- b) Desarrollar funciones catalíticas específicas
- c) “Traducir” la enegía ambiental a formas químicas de energía.

Muy probablemente estos procesos aparecieron y se perdieron varias veces antes de la constitución de la primera célula, pero solamente cuando estos tres procesos se presentaron conjuntamente se pudo dar el salto a la evolución Darwiniana de los organismos. Un sistema cerrado de vesículas o membranas fue esencial para evitar la dilución con el “caldo primitivo” y para la consecución de la primera célula con capacidad reproductiva (Koch, 2005).

3.4. LUCA (Last universal common ancestor)

Hablar de LUCA, supone hablar del último organismo vivo del cual descienden todos los existentes, pero su situación tan “privilegiada” en el árbol de la vida hace necesario su desarrollo como último apartado en este proyecto. LUCA, que se estima que vivió hace 3.500 millones de años, se encuentra un paso por delante del mundo prebiológico, podríamos decir que es la base del árbol de la vida y con el comenzaría la evolución Darwiniana propiamente dicha.

Esta hipótesis surge tras la publicación en 1859 de El origen de las especies. *“...debo inferir la analogía de que probablemente todos los seres orgánicos que han vivido en esta tierra han descendido de una forma primordial”*. Charles Darwin. Unos 100 años más tarde, Watson y Crick descifraron el código genético, resultó ser universal para todos los organismos, este hecho que demuestra una relación entre todos los organismos, puso de manifiesto la existencia de un antepasado común.

Conocer las condiciones bajo las que se originó LUCA y sus divergencias evolutivas es prácticamente imposible, la pérdida, ganancia e intercambio genético que se da en la transferencia horizontal hace de esto una tarea muy complicada y prácticamente especulativa. Muchos biólogos evolutivos han teorizado al respecto y han propuesto diferentes hipótesis:

- Progenote, basada en estudios de ARNr 16S/18S (Woese, 1990).

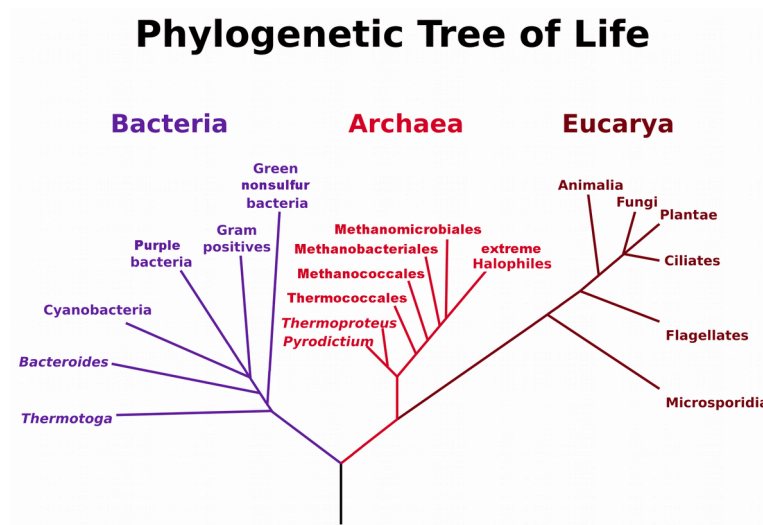


Ilustración 25: Relación de LUCA con el resto de organismos. Woese 1990

- Bacteria monodermina, basada en la evolución de la estructura celular y en arboles filogenéticos proteicos (Gupta, 2000).
- Bacteria fotosintética, basada en las teorías de los proteinoides. Esta teoría no dispone de ningún árbol filogenético molecular que la respalde (Cavalier-Smith, 2006).
- Ancestro hipertermófilo quimiosintético. Hipotesis respaldada por la teoría del caldo primigénico de Oparín y Haldane, posteriormente demostrada experimentalmente por Miller y Urey. La Teoría del mundo hierro-sulfuro (Wächtershäuser, 1988) también avala esta hipótesis. Según esta teoría, LUCA se desarrollaría en las fumarolas volcánicas presentes en los fondos marinos y probablemente divergiría en bacterias y arqueas. Los eucariotas aparecerían posteriormente post fusión biológica entre arqueas y bacterias.

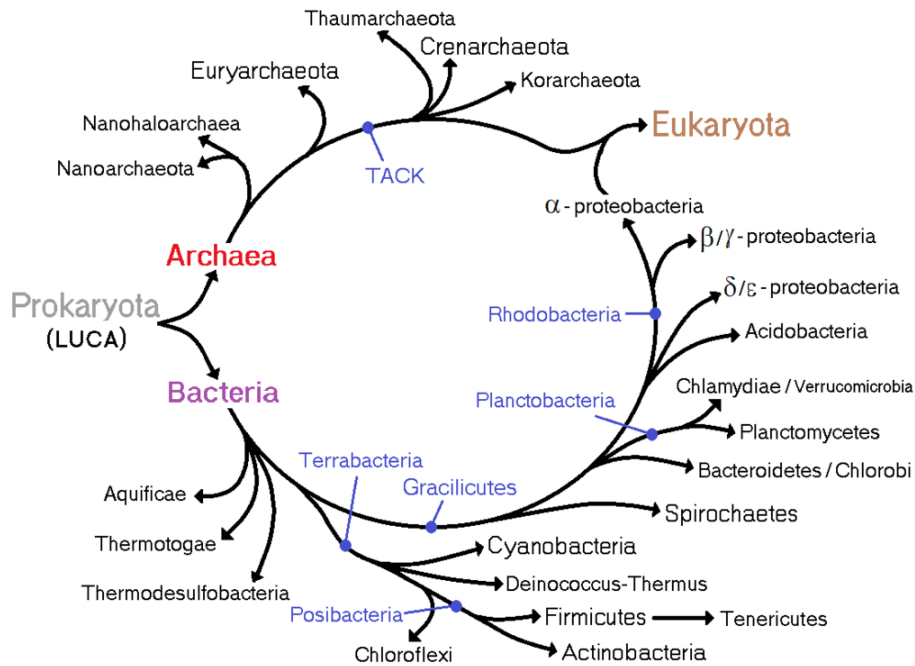


Ilustración 26: Origen de los Eucariotas

- Protoeucarionte. Aquí se muestra a LUCA como un eucariota primitivo que dio lugar a los diferentes dominios por reducción evolutiva (excepto eucariotas). Esto es respaldado por las diferencias entre los lípidos de membrana presentes en bacterias (sn1 y 2) y arqueas (sn2 y 3), los dos presentan adaptaciones terminales (termofilia), pero conseguida por diferentes caminos, convergencia adaptativa y termorreducción respectivamente. Esta teoría también explica a través de virus la transición ARN-ADN (Glansdorff et al., 2008).

Actualmente existen multitud de opiniones con respecto a LUCA. ¿ADN o ARN? ¿Procariota o Protoeucariota? ¿Sus descendientes directos fueron Arqueas y bacterias o eucaritas? No existe consenso científico sobre este tema, pero el equipo de investigación de John Craig Venter está dando interesantes pasos en sentido descendente. “Nuestro objetivo es descubrir cuáles son los módulos básicos, los encargados de la replicación cromosómica o la división celular”. Investigación que puede dar interesantes pistas sobre el metabolismo básico de LUCA.

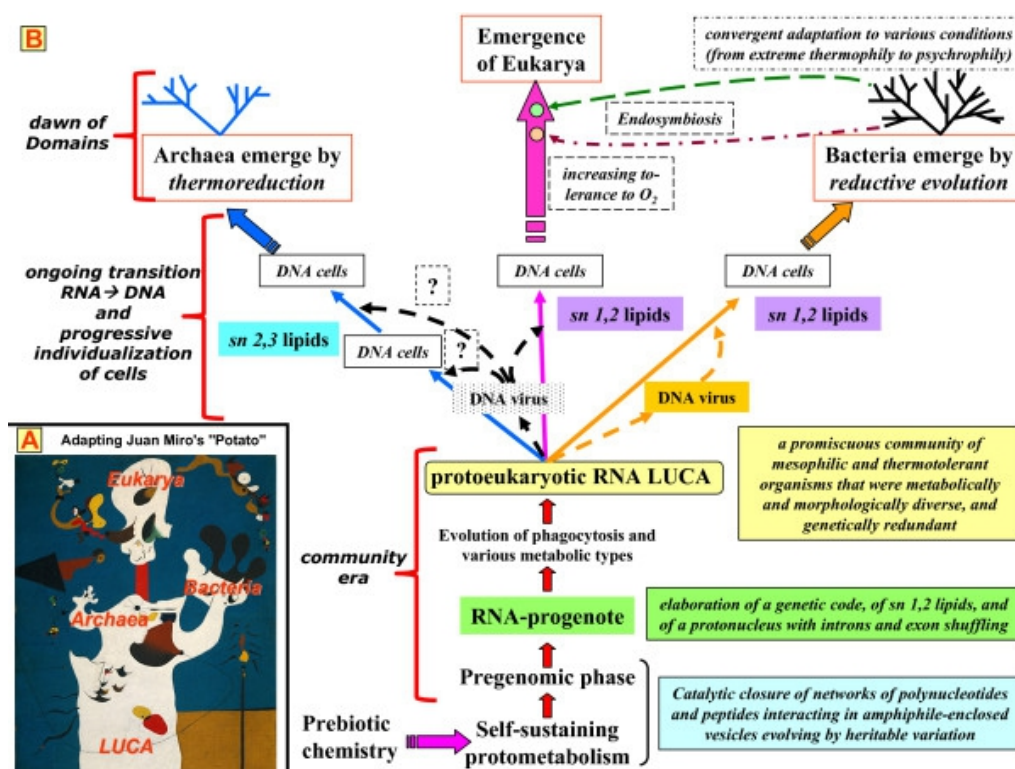


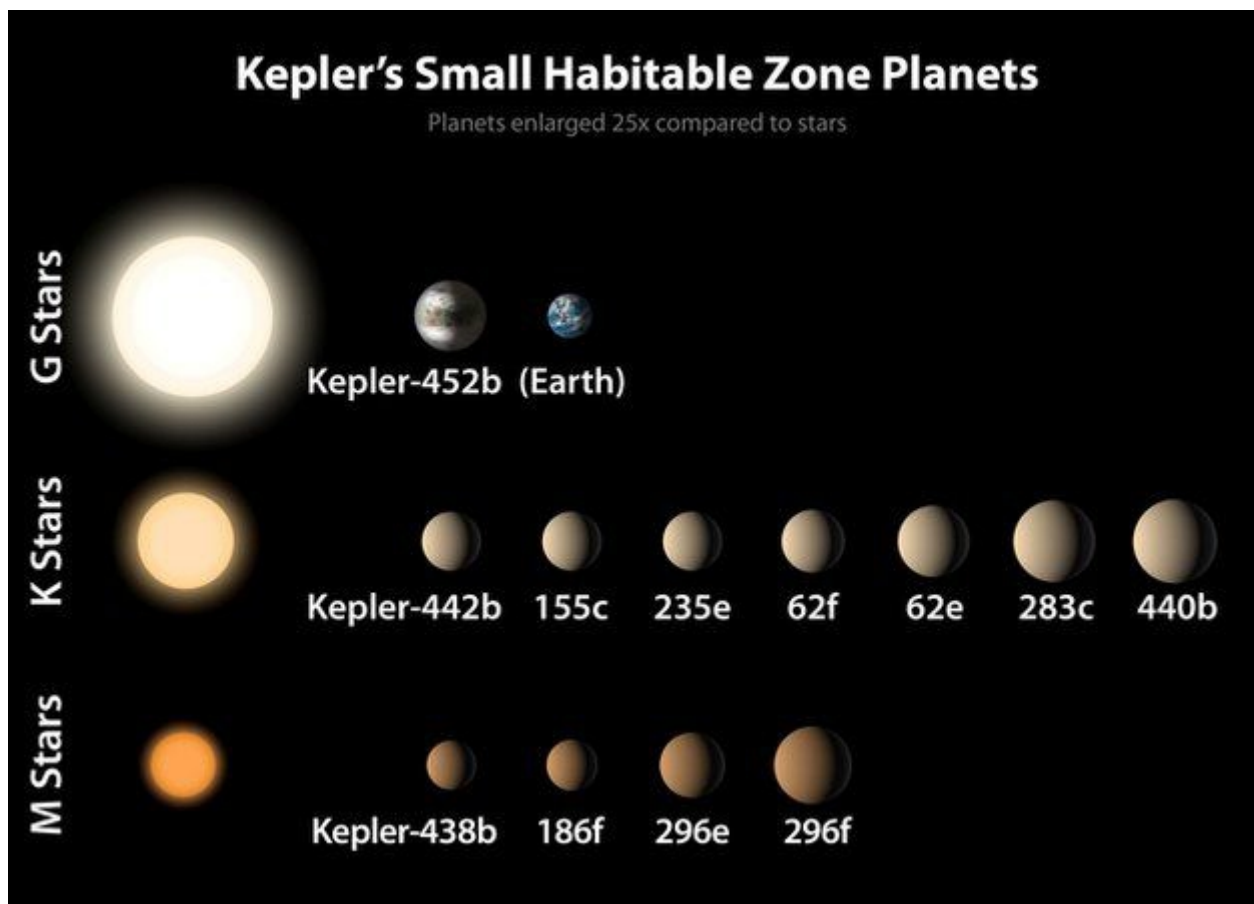
Ilustración 27: Protoeucarionte-ARN-LUCA

3.5. Consideraciones finales.

En este proyecto se ha podido deducir los grandes avances técnicos, bioquímicos y astronómicos de las últimas décadas, avances que apenas nos han llevado a rascar la superficie del dilema de nuestro origen, pero que nos han hecho entender que los seres vivos no estamos aquí por casualidad y además nos han mostrado el camino que debemos recorrer. En este sentido, hoy sabemos que los compuestos orgánicos con bases carbonatadas y la presencia de agua no es algo exclusivo del planeta tierra, es algo mucho más común de lo que cabría esperar hace 50 años. Por lo tanto debemos decir que las bioquímicas hipotéticas, aquellas que buscan una vida sin base de carbono y sin agua, han perdido credibilidad. Así pues, la frase de Carl Sagan que dice así: "Podríamos encontrar vida y no reconocerla como tal", hoy día ha perdido bastante sentido.

¿Existe vida fuera de la tierra? Un hipotético planeta que pudiese albergar vida debería poseer unas condiciones similares a las de la tierra. Tendría que ser un planeta rocoso que orbite alrededor de una estrella, su tamaño debería ser lo suficientemente grande para que la gravedad no "destruya" la atmosfera, el planeta debería estar a la distancia adecuada de la estrella para no ser muy frio o muy calido, sería necesaria la presencia de agua en estado líquido, un campo magnético que la protegiera de los vientos solares, la presencia de una o varias lunas que actuaran como escudo ante posibles impactos favorecería la conservación de dicha vida, una composición

atmosférica acorde con los requisitos de la vida, además estudios recientes ya han analizado los requisitos de oblicuidad y excentricidad de la órbita en relación con la vida (Linsenmeier et al., 2015). Todas estas condiciones sumadas a aquellas que no hayan sido mencionadas o de las que no tengamos constancia nos encuadran dentro de un marco aparentemente pesimista, pero no debemos de olvidarnos de el gran espacio al que nos referimos: El universo. Este vasto espacio hace que estas condiciones con un margen de variabilidad tan estrecho sean estadísticamente posibles. A día de hoy, la NASA posee una lista de más de 4500 posibles exoplanetas, de los cuales debemos destacar a: Kepler-452b con un índice de similitud a la tierra en determinadas características del 83% y a Kepler-438b con un 88%. Kepler-452b se encuentra en órbita de una estrella G2 como el sol, a una distancia considerada “habitable” y la duración de su órbita es de 385 días (Jenkins et al., 2015).



¿Y vida inteligente? Aunque existe mucha conjetura al respecto y no hay pruebas oficiales sobre este fenómeno, algunos investigadores se han animado a teorizar sobre esto. En 1961 Frank Drake propuso una formula para estimar la cantidad de civilizaciones que podríamos encontrar en nuestra galaxia, si encontrar otra civilización es estadísticamente posible, encontrar vida simple en la totalidad del universo sería claramente más probable.

$$N = R^* \times F_p \times N_e \times F_l \times F_i \times F_c \times L.$$

- **R*** es el número de estrellas que nacen en nuestra galaxia cada año.
- **F_p** es la fracción de esas estrellas con planetas.
- **N_e** es el número de planetas situados en la ecosfera
- **F_l** es la fracción de estos planetas que pueden desarrollar vida.
- **F_i** es la fracción de planetas donde evoluciona la vida inteligente.
- **L** es la persistencia. Es decir, el tiempo que una civilización con ese nivel tecnológico sobrevive.
- **N** es el resultado final. Siendo optimistas, la probabilidad de contactar con otras civilizaciones de la Vía Láctea no llega a cien. En el peor de los casos, N=1. Estaríamos solos en nuestra galaxia.

4.Unidad didáctica

4.1. Justificación didáctica.

Con la unión de los temas sobre evolución biológica y origen de la vida se ha intentado conseguir una perspectiva integradora de conceptos que guardan relación dentro de un marco evolutivo general, aumentando este marco en la lección introductoria con su unión a una visión global del Sistema Solar, unión que guarda relación directa con los descubrimientos de moléculas orgánicas interestelares y proporcionando a los alumnos una visión mucho más amplia de lo que ha podido ser nuestro origen. Para conseguir la visión global se ha tenido que mostrar la clara interdisciplinariedad del problema, comenzando por física y astronomía, desarrollándose con conceptos químicos y bioquímicos y con un desenlace claramente biológico. Además este bloque educativo se representa como tal en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria.

El propio tema de la unidad ya es motivador de por sí y se ha desarrollado con la perspectiva de continuar con este hilo. Las presentaciones del tema se han alojado en un blog (anexo I), aunque el uso de los blog está en ascenso, la poca convencionalidad de su uso en las aulas será un elemento que captará la atención del alumno en mayor o menor medida. El trailer introductorio ha sido rodeado de un halo de misterio que motive a los alumnos a hacerse preguntas. En general podemos decir que se han usado presentaciones dinámicas, con vídeos y fotos que complementen la explicación y la hagan más intuitiva y visual. Los distintos tipos de actividades propuestas persiguen un desarrollo lo más positivo posible de las competencias, el uso de las TIC y un trabajo cooperativo.

Como proyecto final del tema se ha propuesto una WebQuest llamada “The Darwin Project” donde los alumnos buscarán información sobre algunos aspectos de la teoría evolutiva (guiados por el profesor) y cuyo objetivo será completar el museo multimedia de Darwin usado para explicar aspectos importantes que rodean a la evolución de los seres vivos (anexo II).

4.1.1. Ficha resumen

Título de la UD:		El proceso evolutivo y el origen de la vida	
Curso:		4º ESO	
Asignatura:		Biología y Geología	
Contenidos:		Bloque 3: La evolución de la vida; Origen y evolución de los seres vivos	
Temporalización:		9 sesiones de 55 minutos	
Alumnos:		20	
Fecha de desarrollo:		Curso 2014/2015, Febrero.	
Legislación:			
Reglamentación:	Publicado en:	Referencia:	Contenido:
Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.	«BOE» núm. 106, de 04/05/2006.	BOE-A-2006-7899	Organización de las enseñanzas del sistema educativo español.
Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre.	«BOE» núm. 5, de 5 de enero de 2007 páginas 677 a 733 (97 págs.)	BOE-A-2007-238	Enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria
Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía.	«BOJA» núm. 252, de 26 de diciembre de 2007.		Ley de Educación de Andalucía
Decreto 231/2007, de 31 de julio.	«BOJA» núm. 156, de 8 de agosto de 2007.		Se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la educación secundaria obligatoria en Andalucía.
Orden de 10 de agosto de 2007.	«BOJA» núm. 171, de 30 de agosto de 2007.		Desarrollo del currículo correspondiente a la educación secundaria obligatoria en Andalucía
Orden de 10 de agosto de 2007.	«BOJA» núm. 166, de 23 de agosto de 2007.		Se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
Orden de 25 de julio de 2008.	«BOJA» núm. 167, de 22 de agosto de 2008.		Se regula la atención a la diversidad del alumnado que cursa la educación básica en los centros docentes públicos de Andalucía
Decreto 301/2009 de 14 de julio.	«BOJA» núm. 139, de 20 de julio de 2009.		Se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes a excepción de los universitarios.

4.2. Contextualización.

4.2.1. Adaptación de la unidad didáctica

Adaptación de la programación al centro

Características del alumnado

En el instituto estudian alrededor de 750 alumnos/as dependiendo del curso académico pero con una clara tendencia al alza. Es mayoritario, aunque por poco, el alumnado femenino, aunque este extremo también depende del curso en cuestión.

El número de matriculaciones en el centro aumenta progresivamente año tras año, por lo que el espacio material por alumno o plaza se ve directamente reducido en la misma medida.

La procedencia del alumnado es mayoritariamente local, pero una pequeña parte del mismo que no es originario de la ciudad, sino que procede de las localidades de Jamilena y Torredonjimeno. Actualmente tenemos también alumnos/as de otras muchas localidades de la provincia en el ciclo formativo.

Situación Académica.

El número de alumnos/as que promocionan sus cursos está en la media andaluza, sin embargo en las Pruebas de Evaluación y Diagnóstico hemos resultado por encima de la media. Asimismo nuestros resultados en selectividad son magníficos, ya que somos uno de los Institutos de la provincia que más alumnado envía a estas pruebas y siempre estamos próximos al 100% en la convocatoria de Junio.

Características del profesorado.

El número total de profesores que integran el claustro es de 68 (dato del curso 2010/11). Se trata de un profesorado bastante estable, ya que incluso los/las profesores/as que se encuentran en expectativa de destino o son interinos/as que permanecen en el centro varios años siempre que

pueden.

La edad media del claustro oscila alrededor de los 40 años, por tanto se trata de un profesorado con bastantes años de experiencia.

Personal no docente

Personal Administrativo: 2 (auxiliares administrativos). Personal Subalterno: 3 conserjes La limpieza está encomendada a una empresa de servicios que depende directamente de la Delegación Provincial y que actualmente dedica 24 horas diarias totales a la limpieza del Centro.

Adaptación de la programación al alumnado

Ámbito familiar del alumnado.

Para el presente análisis se ha tomado como referente los datos obtenidos de un cuestionario pasado a los alumnos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria:

- El Nivel Sociocultural que presentan los padres sería:	Padres	Madres
Con estudios universitarios	6,97 %	4,18 %
Estudios de grado medio	17,96 %	9,65 %
Estudios primarios	68,8 %	80,6 %

Dentro del último apartado se encuentran los padres que solo saben leer y escribir, que son una gran mayoría. De los datos anteriores se puede extraer que más del 50 % de los padres de nuestros alumnos solo saben leer y escribir, agravándose aún más la situación en el caso de las madres.

-Nivel Económico.

Bajo:	8,57 %
Medio:	60,38 %
Alto:	29,77 %

Como puede apreciarse no existe mucha relación entre el nivel económico y la formación académica de los padres, y esto es debido al tipo de economía predominante en la zona, según el análisis económico mencionado anteriormente. Se aprecia un fuerte sector agrícola cuyo régimen de explotación predominante es en propiedad, empresas comerciales y de servicios en las que predominan profesiones aprendidas en talleres mediante contratos de prácticas, pero sin haber seguido una formación profesional reglada y ocupacional. Y otro gran aporte lo constituye la venta ambulante (feriantes), que ofrece una gran riqueza e inversión económica a la localidad.

En cuanto al ambiente familiar, son familias nucleares, en general estables (aproximadamente un

8% de alumnos presentan desintegración familiar por muerte, divorcio o separación de los padres). Siendo en un 53,9 % familias numerosas.

La relación de las familias con el Centro en general es muy buena, predominando las relaciones personales o individuales, de padres con tutores, para requerir información sobre la evolución del proceso educativo de sus hijos, a petición o propuesta del / la tutor/a o de los propios progenitores.

En cuanto a la participación de los padres/madres en actividades propuestas por el Centro, como por ejemplo las Actividades extraescolares, es muy grande, contando con la colaboración del AMPA como colectivo o de padres y madres a nivel particular, siempre que se les requiere.

Las familias de nuestros alumnos ofrecen a sus hijos, por lo general, las condiciones ambientales y recursos materiales, necesarios para que estos obtengan un rendimiento académico positivo, pero los datos nos muestran que a pesar de contar con unas buenas condiciones para el estudio, existe una motivación muy baja hacia el mismo. Algo menos del 50 % de los alumnos dedican a estudiar más de dos horas, y sus intereses académicos y profesionales podrían resumirse del modo siguiente:

- Alumnos que desean continuar sus estudios en Bachillerato: 57,75 %
- Alumnos que desean cursar Ciclos Formativos de G. Medio: 26,37 %
- Alumnos que están en el Centro porque la E.S.O. les obliga: 14,06 %

Los datos anteriores son aproximados y varían de un año a otro. Los/as alumnos/as que no tienen ninguna motivación hacia el estudio, arrastran un fracaso escolar desde la Educación Primaria, ya que son alumnos con calificación negativa en la mayoría de las áreas, que en su mayoría no han recibido Adaptación alguna del currículo en esa etapa.

4.3. Elementos curriculares.

4.3.1. Competencias e indicadores de seguimiento

De acuerdo con El Real Decreto 1631/2006, de enseñanzas mínimas y dentro del marco propuesto por la Unión Europea, se identifican ocho competencias básicas:

Competencias básicas
1. Competencia en comunicación lingüística.
- Realiza una lectura comprensiva de diferentes contenidos de la unidad. - Define conceptos relacionados con la unidad de manera correcta, tales como evolución, adaptación, especiación, biodiversidad. - Expresar correctamente sus ideas en público y de forma oral. - Expresar correctamente sus ideas de forma escrita.
2. Competencia matemática.
- Integra la cronología de la vida en la tierra dentro de la cronología de la propia tierra - Comprende el avance de la ciencia a lo largo de la historia de la humanidad.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Conoce el concepto de evolución, sus antecedentes y su importancia en la constitución de la vida como es hoy día. - Integra las teorías aprendidas dentro de un marco más amplio, nuestro sistema solar. - Interpreta un árbol filogenético. - Visualiza y comprende las adaptaciones de diferentes animales, así como los mecanismos que las han hecho posibles
4. Tratamiento de la información y competencia digital.
- Visualiza e interpreta vídeos sobre evolución como complemento a la unidad. - Busca información en diferentes medios (diccionario, enciclopedia, internet...). - Realiza presentaciones mediante herramientas TIC.
5. Competencia social y ciudadana.
Valora la vida como un suceso que hace a nuestro planeta especial.
6. Competencia cultural y artística.
- Valora los antecedentes científicos como parte de nuestra cultura. - Desarrolla capacidades artísticas durante el proyecto final. - Entiende nuestra propia biodiversidad como un elemento más de nuestro patrimonio.
7. Competencia para aprender a aprender.
- Toma conciencia de los conocimientos adquiridos y los aplica. - Utiliza diferentes técnicas de trabajo para mejorar su aprendizaje. Interpretación y elaboración de diagramas y búsqueda de información. - Analiza grandes volúmenes de información y los sintetiza de acuerdo a sus necesidades.
8. Autonomía e iniciativa personal.
- Planifica bien las tareas y usa correctamente los recursos disponibles para su resolución. - Comprende los contenidos y los integra de manera significativa para la correcta realización de las actividades propuestas.

4.3.2. Objetivos

Los centros docentes, en el ámbito de su autonomía pedagógica y organizativa, concretarán el currículo en su Propuesta pedagógica. La Propuesta pedagógica formará parte de su Proyecto educativo según lo establecido en el artículo 121 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo.

Objetivos generales de etapa

Objetivos recogidos por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y por el Real Decreto 1631/2006, de enseñanzas mínimas. La Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- 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 comunes 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.

Objetivos generales de área de conocimiento

Capacidades a desarrollar según el Real Decreto 1631/2006, de enseñanzas mínimas para las Ciencias de la Naturaleza:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
3. 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 a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.
6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.
7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.
8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.
9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Objetivos autonómicos

Objetivos establecidos por el Decreto 231/2007, de Andalucía.

- A) Adquirir habilidades que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico, así como en los grupos sociales con los que se relacionan, participando con actitudes solidarias, tolerantes y libres de prejuicios.
- B) Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos.
- C) Comprender los principios y valores que rigen el funcionamiento de las sociedades democráticas contemporáneas, especialmente los relativos a los derechos y deberes de la ciudadanía.
- D) Comprender los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir activamente a la defensa, conservación y mejora del mismo como elemento determinante de la calidad de vida.

E) Conocer y apreciar las peculiaridades de la modalidad lingüística andaluza en todas sus variedades.

F) Conocer y respetar la realidad cultural de Andalucía, partiendo del conocimiento y de la comprensión de Andalucía como comunidad de encuentro de culturas.

Objetivos específicos de la unidad

Los centros docentes desarrollarán y completarán el currículo de la Educación secundaria obligatoria establecido por las administraciones educativas, concreción que formará parte del proyecto educativo al que hace referencia el artículo 121.1 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

<i>Objetivos</i>	<i>Competencias básicas</i>	<i>O.G.E</i>	<i>O.G.A.</i>	<i>O.A.</i>
<i>Comprender el vocabulario específico relativo al tema</i>	1, 3, 7 y 8	b y e	1 y 4	
<i>Expresar de manera oral y escrita los conceptos e ideas de la unidad</i>	1, 4, 6, 7 y 8	b, g y h	1 y 3	
<i>Conocer los antecedentes históricos más significativos</i>	2, 3 y 6	b y f	2, 5, 7 y 9	
<i>Comprender el concepto de evolución desde una perspectiva global hasta teorías más concretas</i>	2, 3 y 6	b y f	1, 2 y 7	D
<i>Estudiar los puntos más importantes de la teoría darwiniana, pruebas y elementos actuales</i>	3, 4, 6 y 7	b, d, e, g, h, j, k e i	1, 2, 3, 4, y 5	A, B, D y F
<i>Conocer la evolución humana</i>	3, 4, 6 y 7	b, d, g, h, j e i	1, 2, 3 y 4	A y B
<i>Entender la perspectiva actual sobre el origen de la vida, sus sucesos y procesos más relevantes</i>	2, 3 y 7	b, e, f, g, j y k	1, 2 y 9	

4.3.3. Contenidos

Relación de los contenidos generales presentes en el Real Decreto 1631/2006, de enseñanzas mínimas con los contenidos específicos de la unidad y de estos últimos con las competencias básicas presentes también en el mismo Real Decreto.

Contenidos generales

Bloque 1. Contenidos comunes.

Actuación de acuerdo con el proceso de trabajo científico: planteamiento de problemas y discusión de su interés, formulación de hipótesis, estrategias y diseños experimentales, análisis e interpretación y comunicación de resultados.

Búsqueda y selección de información de carácter científico utilizando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes.

Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y tomar decisiones sobre problemas relacionados con las ciencias de la naturaleza.

Reconocimiento de las relaciones de la biología y la geología con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones.

Bloque 2. La Tierra, un planeta en continuo cambio.

La historia de la Tierra:

El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia. Utilización del actualismo como método de interpretación.

Los fósiles, su importancia como testimonio del pasado. Los primeros seres vivos y su influencia en el planeta.

Bloque 3. La evolución de la vida.

Origen y evolución de los seres vivos:

Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Evolución de los seres vivos: teorías fijistas y evolucionistas.

Datos que apoyan la teoría de la evolución de las especies. Reconocimiento de las principales características de fósiles representativos. Aparición y extinción de especies.

Teorías actuales de la evolución. Gradualismo y equilibrio puntuado.

Valoración de la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo. El papel de la humanidad en la extinción de especies y sus causas.

Estudio del proceso de la evolución humana.

Contenidos específicos

Contenidos	Competencias básicas	Temporalización
<i>El proceso evolutivo (Análisis de las ideas previas)</i>		
• Concepto de evolución. • Evolución del Sistema Solar. • Evolución biológica. • Evolución prebiológica.	1, 2, 3, 4, 6 y 7	Dos sesiones de 55 minutos.
○ Actividad 1.1. Encontrar procesos evolutivos no biológicos y explicarlos. ○ Actividad 1.2. Descripción de la formación de la Tierra y del Sistema Solar ○ Actividad 1.3. Analizar los diferentes estadios evolutivos del Sistema Solar. ○ Actividad 1.4. Ideas generales sobre la evolución biológica ○ Actividad 1.5. Manejo de la información usando metodos tradicionales adaptados a las TIC. ○ Actividad 1.6. Ideas sobre el origen de la vida <i>La mayor parte de las actividades propuestas para este tema introductorio persiguen un análisis de las ideas previas de los alumnos.</i>		
<i>La evolución biológica</i>		
• Vida y antecedentes de Darwin • Conceptos evolutivos: Adaptación, especiación y biodiversidad • La obra de Darwin. Postulados y principios de la selección natural • Otras teorías contemporaneas a Darwin. Fijismo, catastrofismo y lamarckismo • Neodarwinismo y saltacionismo. • Las pruebas de la evolución. Anatomía comparada, paleontológicas, biogeográficas y embriológicas • La evolución humana. Adaptaciones, cronología y evolución cultural	1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8	tres sesiones de 55 minutos.

- Actividad 2.1. Resumen de la vida de Darwin, síntesis de contenidos.
- Actividad 2.2. Realización de esquema con las ideas en las que Darwin basó su teoría.
- Actividad 2.3. Seleccionar diferentes seres vivos y describir sus adaptaciones.
- Actividad 2.4. La biodiversidad andaluza
- Actividad 2.5. Describir adaptaciones de un ser vivo preseleccionado.
- Actividad 2.6. Comparación del darwinismo con el lamarckismo usando a la jirafa como ejemplo
- Actividad 2.7. Repaso de conceptos genéticos
- Actividad 2.8. Resume las aportaciones de la teoría sintética al darwinismo.
- Proyecto Darwin. Webquest.

El origen de la vida		
● Ideas históricas sobre el origen de la vida. Creacionismo, generación espontánea, el caldo primigénio y Miller y Urey ● Evolución química prebiológica. Secuenciación de sucesos ● La teoría endosimbiótica y la célula eucariota ● LUCA (Last universal common ancestor)	2, 3, 4, 6, 7 y 8	Dos sesiones de 55 minutos.
○ Actividad 3.1. Investigar sobre Pasteur y la generación espontánea ○ Actividad 3.2. Investigar sobre Miller y Urey ○ Actividad 3.3. Definir términos bioquímicos. ○ Actividad 3.4. Relacionar conceptos usando un esquema. ○ Actividad 3.5. Descripción de procesos de evolución celular. ○ Actividad 3.6. Interpretar un árbol filogenético ○ Actividad 3.7. Integrar conceptos mediante un resumen de la unidad.		

Contenidos transversales

Dentro de los posibles contenidos transversales que se pueden trabajar indirectamente dentro del aula, la Dirección General de Promoción y Evaluación Educativa de la Junta de Andalucía destaca seis:

- Educación moral para la convivencia y la paz.
- Coeducación.
- Educación vial.
- Educación ambiental.
- Educación para la salud.
- La educación del consumidor y usuario.

En esta unidad se trabajarán de manera significativa al menos tres de ellos: Educación moral, coeducación y educación ambiental.

Educación moral para la convivencia y la paz: La metodología de trabajo que se fomenta en el aula con dialogo entre profesor y alumno, debates y respeto ante la diversidad de opiniones mostrará a los alumnos claros valores de convivencia, la exposición grupal ayudará a completar este contenido pues los alumnos tendrán que trabajar en equipo sin el profesor como mediador.

Coeducación: La interacción en el aula entre profesor y alumnos y el trabajo a realizar dentro de ella será siempre el mismo independientemente de sus sexos, con esto conseguimos no crear ni fomentar actitudes sexistas dentro del aula. Los equipos que realizarán el proyecto final serán mixtos, intentando equilibrar ambos sexos.

Educación ambiental: Las condiciones tan precisas que necesita la vida para su origen y desarrollo nos ofrecen un marco perfecto para que el alumno respete el medio ambiente y lo considere un tesoro dentro del universo. El largo proceso evolutivo que ha dado origen a la biodiversidad que hoy día posee nuestro planeta también tiene que ser tomado en consideración y se animará a los alumnos a reflexionar sobre estos temas.

4.3.4. Metodología

El análisis previo de las ideas de los alumnos y su uso como herramienta para guiar el desarrollo de su conocimiento está dentro de un marco constructivista de enseñanza-aprendizaje. Este uso de las ideas previas como herramienta de aprendizaje se debe centrar en que los alumnos construyan nuevo conocimiento por sí mismos (Hernández, 2008), el profesor es un guía en la construcción de conocimiento, un conocimiento basado en un aprendizaje significativo (Anexo III).

Las sesiones se ceñirán a una dinámica participativa, cooperativa y autodidacta:

- Lectura de contenidos, preguntas abiertas y debates serán dos elementos muy comunes dentro del aula que fomentarán la dinámica participativa.
- Actividades de investigación, interpretación y síntesis mejorarán las capacidades autodidactas de los alumnos.
- El proyecto grupal busca mejorar las habilidades sociales de los alumnos mediante un trabajo cooperativo entre ellos.

Las diferentes herramientas multimedia usadas durante esta unidad didáctica pretende ser un elemento novedoso y motivador que capte la atención del alumno, en este sentido, tanto la transcendencia del origen de la vida así como las misiones espaciales actuales aumentarán el nivel de motivación general presente en el aula.

Principios metodológicos generales

1. Los centros docentes elaborarán sus propuestas pedagógicas para esta etapa desde la consideración de la atención a la diversidad y del acceso de todo el alumnado a la educación común. Asimismo, arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismo y promuevan el trabajo en equipo.
2. La metodología didáctica en esta etapa educativa será fundamentalmente activa y participativa, favoreciendo el trabajo individual y cooperativo del alumnado en el aula e integrará en todas las materias referencias a la vida cotidiana y al entorno del alumnado.
3. Asimismo, se asegurará el trabajo en equipo del profesorado, con objeto de proporcionar un enfoque multidisciplinar del proceso educativo, garantizando la coordinación de todos los miembros del equipo docente que atienda a cada alumno o alumna en su grupo.
4. En el proyecto educativo y en las programaciones didácticas se plasmarán las estrategias que desarrollará el profesorado para alcanzar los objetivos previstos en cada ámbito y materia, así como la adquisición por el alumnado de las competencias básicas.
5. Las programaciones didácticas de todas las materias y, en su caso, ámbitos, incluirán actividades en las que el alumnado deberá leer, escribir y expresarse de forma oral.
6. En las programaciones didácticas se facilitará la realización, por parte del alumnado, de trabajos monográficos interdisciplinarios u otros de naturaleza análoga que impliquen a varios departamentos didácticos.

Especificación de los principios metodológicos generales

La metodología usada se ha adaptado en gran medida a las propuestas por el artículo 4 de la Orden de 10 de agosto de 2007, en este apartado se muestra la relación de la metodología de aula con la propuesta por dicho artículo.

1. En el plan de centro podemos observar un marco de atención a la diversidad bastante detallado con un departamento de orientación bastante colaborador en todos los aspectos. En el aula se usarán distintos ritmos de enseñanza de acuerdo al ritmo de aprendizaje mostrado por los alumnos, se intentará que los alumnos desarrollen capacidades autodidactas y se desarrollaran proyectos en equipo.
2. La lectura de los contenidos por parte del alumnado, las preguntas abiertas, los debates y el proyecto grupal forman parte de la metodología activa y participativa impartida en el aula. La selección natural considerada como un proceso generador de biodiversidad será una clara referencia al entorno del alumnado.
3. El origen de la vida es un tema claramente multidisciplinar, con contenidos de astronomía, física, química, bioquímica, biología y antecedentes filosóficos y religiosos así pues la coordinación entre el equipo docente es muy importante ante las diversas dudas del alumnado.
4. En el desarrollo de esta unidad didáctica se muestra diferentes estrategias y recursos educativos para alcanzar los objetivos previstos y una clara relación entre contenidos, criterios y competencias que muestra los puntos fuertes y "debiles" de la unidad didáctica.
5. Las distintas actividades que se han propuesto no solo hacen que los alumnos lean, escriban y se expresen de forma oral, también buscan una integración global y relacionada de los contenidos, capacidades de síntesis, interpretación de gráficos y esquemas, en definitiva, se intenta conseguir que los alumnos desarrollen sus capacidades de la manera más completa posible.
6. En esta unidad didáctica no se ha conseguido un proyecto interdisciplinar entre departamentos por falta de coordinación temporal entre ellos, pero varios departamentos se han ofrecido a solucionar dudas de diversa índole (Inglés, física y química).

Cronología

La temporalización de las sesiones ha sido programada en función de una mayor coherencia organizativa de contenidos y en base a la autonomía pedagógica docente, y siempre en el marco de contenidos generales propuesto por el Real Decreto 1631/2006, de enseñanzas mínimas.

La asignatura se imparte en 3 sesiones semanales de 55 minutos los días lunes, jueves y viernes de 10:00 a 11:00. Se intentará ser fiel al horario en la medida de lo posible, teniendo en cuenta los imprevistos que pueden surgir durante el curso académico.

El inicio de las sesiones sobre evolución biológica darán comienzo el día 12 de febrero coincidiendo con el aniversario del nacimiento de Charles Darwin (12 febrero de 1809). Las sesiones se impartirán en 9 días durante 4 semanas.

Los alumnos dispondrán de un calendario en su blog sobre la unidad, donde aparte de mostrarse la cronología de las sesiones podrán ver las actividades que tendrán que realizar en casa.

Calendario de la unidad
Dará comienzo el día 6 de febrero

Clases: Origen de la vida y su evolución

Hoy Febrero de 2015 Imprimir **Semana** **Mes** **Agenda**

dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
1 de feb	2	3	4	5	6	7
					El proceso ev	
8	9					
	El proceso ev					
15	16					
	La evolución					
22	23					
	Exposiciones					

El proceso evolutivo

Fecha: viernes, 6 de feb de 2015

Descripción: 10:00 - 11:00

Actividad 3. Analiza el vídeo y los conceptos de evolución. ¿Cual es el estado inicial y el estado final en el proceso de evolución de nuestro Sistema Solar?

Actividad 5. Comprueba las fuentes. Entra en la página de la RAE y comprueba que la definición de evolución es correcta. Anota la definición sobre evolución biológica.

[más detalles»](#) [copiar en mi calendario»](#)

Los eventos se muestran en la zona horaria: Madrid

Organización de espacios

El aula donde se impartirán la mayoría de las sesiones será la 207, el aula habitual de este grupo de 4º ESO. Este aula está equipada con una pizarra y un proyector conectado a un ordenador, con el que se presentarán las clases. Los alumnos están sentados por parejas y en tres filas, la primera fila con ocho alumnos y las dos restantes con seis.

La primera y séptima sesión se desarrollarán en el aula de informática, que dispone de suficientes ordenadores para cada alumno.

La última sesión correspondiente al examen final de la unidad, se efectuará en el laboratorio de ciencias donde los alumnos podrán sentarse en 5 filas, con 4 alumnos por fila y con suficiente espacio para evitar distracciones.

Desarrollo de las sesiones

Las sesiones tendrán una serie de elementos comunes durante su desarrollo.

- Lectura de los contenidos por parte de los alumnos.
- Preguntas sobre las opiniones de los alumnos y debate cuando la complejidad del contenido lo permita.
- Corrección de actividades.
- Comprobar asistencia.

- **Primera sesión**

Durante los primeros 20 minutos de la clase se presentará el blog con el que impartiremos las sesiones (Anexo I) , se presentará la temporalización de las mismas haciendo alusión al calendario presente en el blog, se reproducirá el vídeo introductorio de 1 minuto de duración y se completará el cuestionario sobre ideas previas (Anexo III).

El cuestionario sobre ideas previas persigue una doble finalidad:

- Guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La colocación de esta primera sesión al final de la semana no ha sido un elemento casual, la disposición de tiempo para el análisis de las ideas previas de los alumnos es esencial para el correcto transcurso de las clases posteriores. Este análisis asentará las bases para guiar el proceso de aprendizaje en función

de la idea preconcebida que los alumnos posean de dicho tema.

- **Autoevaluación.** El profesor evaluará el proceso de enseñanza-aprendizaje en base a los contenidos más generales del tema. Los datos enviados se incorporarán automáticamente a una hoja de excel (Anexo III), estos datos, que se enviarán en la primera y séptima sesión nos permitirán representar gráficamente la evolución de las ideas previas de los alumnos (Anexo III).

Si se produjeran problemas técnicos u organizativos, las preguntas del cuestionario inicial también pueden encontrarse en la presentación de la sesión introductoria.

Durante los 35 minutos restantes se explicará el termino “evolución” desde una perspectiva global, y se desarrollará la actividad 1 correspondiente a evolución no biológica, se completará este concepto con la reproducción de un vídeo sobre la creación y evolución de nuestro sistema solar, el vídeo con una duración de 40 minutos, se terminará de reproducir durante los primeros 10-15 minutos de la segunda sesión.

Se mandará para casa la actividad número cinco, en ella tendrán que entrar en la página web de la RAE y comprobar la definición de evolución expuesta en clase, también tendrán que anotar la definición sobre evolución biológica.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>El proceso evolutivo (Análisis de las ideas previas)</i>			
• <i>Introducción</i>	1.1, 1.2, 1.4 y 1.6	20 minutos	1, 2, 3, 4 y 7
• <i>Concepto de evolución.</i>	1.1 y 1.5	10 minutos	
• <i>Evolución del Sistema Solar.</i>		25 minutos	

• Segunda sesión

La clase comenzará con la reproducción de los últimos 10-15 minutos del vídeo proyectado en la sesión anterior. La actividad número 3 se mandará para hacerla en casa, en ella los alumnos integrarán el concepto de evolución dentro del desarrollo de nuestro Sistema Solar. En los siguientes 10 minutos se corregirá la actividad número 5 y se explicará la actividad número 2 que los alumnos previamente realizaron en el cuestionario inicial.

En los siguientes 15 minutos se les preguntará a los alumnos sus opiniones sobre Darwin y la teoría

de la evolución, se darán las aclaraciones oportunas teniendo en cuenta las respuestas que mandaron en la primera sesión y teniendo en cuenta también que nos encontramos en una sesión introductoria.

En relación a la evolución prebiológica que se impartirá en los últimos 15 minutos, el guión a seguir será el mismo que en la evolución biológica, opiniones de los alumnos y aclaraciones en base a sus ideas previas.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>El proceso evolutivo (Análisis de las ideas previas)</i>			
• <i>Evolución del Sistema Solar.</i>	1.2, 1.3 y 1.5	25 minutos	1, 3, 4, 6 y 7
• <i>.Evolución biológica</i>	1.4	15 minutos	
• <i>Evolución prebiológica</i>	1.6	15 minutos	

- Tercera sesión

Se empezará la sesión dedicando 10 minutos a corregir la actividad 3 de la introducción.

Aprovechando el aniversario del nacimiento de Darwin, se le ha dado un carácter especial a la presentación sobre la selección natural, la teoría y actividades han sido encuadradas dentro de un hipotético museo multimedia creado por el profesor, en honor a Charles Darwin.

En los 10 minutos posteriores se hablará sobre la vida de Darwin y sus antecedentes ideológicos, los alumnos tendrán que realizar en casa un ejercicio de síntesis sobre la vida de Darwin que corresponde con la actividad 1 y un esquema de las ideas en las que Darwin argumentó su teoría sobre la selección natural correspondiente a la actividad 2.

En los 35 minutos restantes se explicarán los conceptos de adaptación, especiación y biodiversidad mostrando la relación existente entre ellos y su importancia para comprender la teoría de la evolución. Se realizará y corregirá la actividad 3 relacionada con el concepto de adaptación, la actividad 4 se hará en casa.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>La evolución biológica.</i>			
• <i>Vida y antecedentes de Darwin</i>	2.1 y 2.2	10 minutos	1, 3, 4, 6 y 7
• <i>Conceptos evolutivos: Adaptación, especiación y biodiversidad</i>	2.3 y 2.4	35 minutos	

Corrección de actividades 10 minutos

• Cuarta sesión

Al igual que la sesión anterior, esta comenzará dedicando 10 minutos a corregir las actividades del día anterior, durante la corrección de la actividad 4 se creará en la pizarra una lista con las especies representativas de la biodiversidad andaluza encontradas por los alumnos y sus principales adaptaciones, los alumnos completarán la lista en su cuaderno.

En el tiempo restante se explicarán detalladamente los postulados y los principios de la selección natural, se realizarán preguntas a los alumnos para enforcar su perspectiva y se terminará de completar el aprendizaje con la realización de la actividad 5, en ella los alumnos tendrán que aplicar los principios de la selección natural sobre una adaptación concreta para explicar como un león ha llegado a ser lo que es.

Es muy importante que los alumnos terminen esta sesión con una idea básica y acertada sobre el funcionamiento de la selección natural puesto que es uno de los pilares de la biología moderna.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>La evolución biológica</i>			
• <i>La obra de Darwin. Postulados y principios de la selección natural</i>	2.5	45 minutos	3, 4, 7 y 8

Corrección de actividades 10 minutos

• Quinta sesión

Al no haber actividades para corregir al comienzo de esta sesión se usarán los primeros 10 minutos para explicar la webquest. En ella los alumnos serán los encargados de completar las últimas dos salas del museo Charles Darwin (Anexo II). A continuación se sintetizarán los puntos más importantes en el desarrollo del proyecto Darwin:

- Constitución aleatoria de grupos de trabajo. 5 grupos de 4 alumnos.
- Búsqueda de información por parte de los alumnos usando la batería de páginas propuesta por el profesor (Anexo II).
- Síntesis y adaptación de la información.
- Correcta presentación de la información.
- Exposición (ver octava sesión).

En este proyecto se intentará motivar a los alumnos usando una hipotética situación real donde tendrán que poner de manifiesto no solo sus capacidades de investigación y síntesis, sino también sus capacidades artísticas.

En los 20 minutos posteriores se explicarán las ideas contemporáneas a Darwin (fijismo, catastrofismo y lamarckismo), con estas ideas se completará el contexto de la obra de Darwin y se le hará ver al alumno las controversias que pueden surgir en el mundo científico ante nuevas teorías. A Lamarck se le asignará un papel destacado puesto que suya fue la primera teoría evolutiva y su lógica normalmente lleva a confusiones con la selección natural propuesta por Darwin. Para evitar esta confusión y conseguir diferenciar claramente las dos teorías se realizará en casa la actividad número 6 que será recogida por el profesor en la siguiente sesión. En la actividad 6 los alumnos tendrán que explicar la evolución del cuello de la jirafa desde la perspectiva de Lamarck y desde la perspectiva de Darwin.

La sesión continuará con la realización de una actividad para recordar conceptos (actividad 7), esta actividad es necesaria para comprender la teoría sintética y los alumnos podrán valerse de su libro de texto para completarla. Una vez corregida esta actividad y teniendo claro los conceptos, se les pedirá a los alumnos que realicen una lectura comprensiva sobre la teoría sintética y que la resuman, este resumen corresponderá a la actividad 8.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>La evolución biológica.</i>			
Otras teorías contemporáneas a Darwin. Fijismo, catastrofismo y lamarckismo	2.6	20 minutos	1, 3, 4 y 7
Neodarwinismo y saltacionismo.	2.7 y 2.8	25 minutos	

Explicar Webquest 10 minutos

- Sexta sesión

Comenzaremos la sesión preguntando a los alumnos sobre sus ideas de el origen de la vida, las ideas de los alumnos serán enlazadas con los antecedentes históricos para que los alumnos comprueben que sus ideas no están tan lejos de lo que una vez se pensó sobre este tema. El contenido sobre los antecedentes históricos será completado por los propios alumnos en casa con las actividades de investigación 1 y 2.

Antes de explicar la secuencia de sucesos que dio lugar al origen de la vida, los alumnos realizarán las actividades 3 y 4 con la ayuda del profesor, la ayuda consistirá en crear un aprendizaje deductivo formulando preguntas y guiando el aprendizaje. En la actividad 3 se intentará usar la etimología de la palabra para que los alumnos deduzcan parte del significado. En la actividad 4 se ayudará a los alumnos a interpretar el esquema de términos bioquímicos y a relacionarlo con la actividad 3.

Una vez comprendidos los términos bioquímicos se explicará a los alumnos la evolución química prebiológica que originó la vida en la Tierra. Con el tiempo restante se les mostrará a los alumnos imágenes de las misiones espaciales Rosetta y New Horizons y se explicará su relación con el origen de la vida.

Contenidos	Actividades	Temporalización	Competencias básicas
<i>La evolución biológica.</i>			
• Ideas históricas sobre el origen de la vida. Creacionismo, generación espontánea, el caldo primigénio y Miller y Urey	3.1 y 3.2	25 minutos	3, 4, 6, 7 y 8
• Evolución química prebiológica. Secuenciación de sucesos	3.3 y 3.4	30 minutos	

- Séptima sesión

Se comenzará corrigiendo las actividades de investigación de la sesión previa. Se acentuará la enorme transcendencia de los experimentos de Pasteur ante el dilema de la generación espontánea, además de zanjar el debate asentó las bases de la desinfección de microorganismos, hecho que salvaría millones de vidas.

La teoría endosimbiótica será explicada rápidamente, con el objetivo de que los alumnos realicen

la actividad, con esta actividad tendrán que releer la teoría y escribirla en su cuaderno, esto reforzará el aprendizaje. Es importante integrar la evolución química con estos primeros conceptos de evolución biológica para que los alumnos visualicen el contexto completo.

La última parte de contenido sobre el origen de la vida correspondiente a LUCA servirá para acercar a los alumnos a conceptos y herramientas de índole científica, en concreto conocerán a LUCA y su significado evolutivo y aprenderán a interpretar un árbol filogenético, que es una herramienta esencial en el ámbito evolutivo (actividad 6). La actividad número 7 se realizará en casa y será recogida por el profesor al inicio de la siguiente sesión, esta actividad busca un conocimiento integrado de las ideas generales de los tres temas.

Los últimos 10 minutos servirán para recoger los datos correspondiente a la autoevaluación, estos datos junto a los datos iniciales permitirán realizar gráficas en las que se podrán observar la evolución del aprendizaje del alumno (Anexo III). Una mala evolución correspondería en líneas generales a una mala enseñanza y la unidad didáctica tendría que ser modificada.

<i>Contenidos</i>	<i>Actividades</i>	<i>Temporalización</i>	<i>Competencias básicas</i>
<i>La evolución biológica.</i>			
• <i>La teoría endosimbiótica y la célula eucariota</i>	3.5	20 minutos	2, 3, 4, 7 y 8
• <i>LUCA (Last universal common ancestor)</i>	3.6 y 3.7	15 minutos	

Corrección de actividades 10 minutos
Cuestionario inicial 10 minutos

• Octava sesión

En esta sesión se expondrán los contenidos finales relativos a la evolución biológica por parte de los alumnos. La exposición será conjunta repartiendo el tiempo entre todos los miembros del grupo, las deficiencias de contenido expositivo o de intervención se intentarán subsanar con la formulación de preguntas por parte del profesor o del resto de alumnos.

Los contenidos expuestos serán adaptados por el profesor e incorporados al blog para que los alumnos dispongan de ellos para su estudio.

Los criterios y herramientas para evaluar el proyecto pueden verse en “criterios de calificación”.

<i>Contenidos</i>	<i>Actividades</i>	<i>Temporalización</i>	<i>Competencias básicas</i>
<i>La evolución biológica.</i>			
<i>Las pruebas de la evolución. Anatomía comparada, paleontológicas, biogeográficas y embriológicas</i>	Exposición	10 minutos por grupo	1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8
<i>La evolución humana. Adaptaciones, cronología y evolución cultural</i>	Exposición	10 minutos	

- **Novena sesión**

En la última sesión se realizará la prueba final de la unidad cuyas preguntas están directamente relacionadas con los contenidos específicos de la unidad didáctica, más concretamente una pregunta por contenido (Anexo IV).

La aula para su realización será el laboratorio que dispone de mayor espacio para un óptimo desarrollo del examen.

Los alumnos que lo necesiten pueden disponer de unos minutos del recreo para terminar su examen.

4.3.5. Evaluación

El proceso de evaluación es un elemento de gran importancia dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, los profesores tienen que ser cuidadosos al respecto puesto que los alumnos gestionarán su estudio en función del sistema de evaluación al que deben de enfrentarse (Villardón, 2006).

Es necesario encontrar una coherencia entre el sistema de evaluación y el proceso de enseñanza-aprendizaje, esta coherencia evitará malos hábitos por parte del alumno (McDonal et al., 2000):

- Ignorar contenido importante no evaluable.
- Dar más importancia a las tareas evaluables.
- Que adopten métodos no deseables de aprendizaje influidos por el proceso de evaluación.
- Retener conceptos equivocados en materias ya superadas.

Para evitar los malos hábitos descritos se tomarán una serie de medidas en relación a ellos:

- Todo el contenido es evaluable, el contenido no evaluable será excepcional o en concepto de proacción.
- Todas las tareas serán evaluables, las tareas diarias dentro del apartado de actitud y el proyecto final dispondrá de su evaluación propia (rúbrica).
- Se necesitará de diversos métodos de aprendizaje para poder superar la evaluación (interpretación, síntesis, relación de conceptos, etc).
- Enfatizar aquellos conceptos mas susceptibles de retener equivocadamente y hacer ver al alumno cual será el mecanismo mediante el cual retendrán esos conceptos de manera equivocada.

La evaluación se llevará a cabo de manera sumativa (se centra en el resultado final) y formativa (se centra en la evolución del proceso educativo) para valorar tanto un trabajo continuado así como un correcto aprendizaje de los objetivos marcados. El desempeño social del trabajo diario traducido en una buena actitud en el aula y un correcto trabajo en equipo también serán elementos evaluables.

El ultimo elemento que se evaluará dentro de esta unidad será la capacidad del profesor para transmitir las ideas básicas del tema, esto se conseguirá mediante un cuestionario inicial que se repetirá en la última sesión, los datos serán transformados a valores numéricos y se crearán gráficas comparativas para ver si las ideas de los alumnos se han desarrollado correctamente (Anexo III).

Criterios generales de evaluación presentes en la unidad

1. Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante y registrar algunos de los cambios más notables de su larga historia utilizando modelos temporales a escala.
3. Aplicar los postulados de la teoría celular al estudio de distintos tipos de seres vivos e identificar las estructuras características de la célula procariótica, eucariótica vegetal y animal, y relacionar cada uno de los elementos celulares con su función biológica.
6. Conocer que los genes están constituidos por ADN y ubicados en los cromosomas, interpretar el papel de la diversidad genética (intraespecífica e interespecífica) y las mutaciones a partir del concepto de gen y valorar críticamente las consecuencias de los avances actuales de la ingeniería genética.
7. Exponer razonadamente los problemas que condujeron a enunciar la teoría de la evolución, los principios básicos de esta teoría y las controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó.
8. Relacionar la evolución y la distribución de los seres vivos, destacando sus adaptaciones más importantes, con los mecanismos de selección natural que actúan sobre la variabilidad genética de cada especie.

Criterios específicos de evaluación

- a) Comprende el vocabulario específico relativo al tema
- b) Expresa de manera oral y escrita los conceptos e ideas de la unidades
- c) Conoce los antecedentes históricos más significativos
- d) Comprende el concepto de evolución desde una perspectiva global hasta teorías más concretas
- e) Entiende los puntos más importantes de la teoría darwiniana, pruebas y elementos actuales
- f) Conoce la evolución humana
- g) Entiende la perspectiva actual sobre el origen de la vida, sus sucesos y procesos más relevantes

Relación de los criterios específicos de evaluación con las competencias básicas.

<i>Criterio de evaluación</i>	<i>Competencias básicas.</i>
Comprende el vocabulario específico relativo al tema	1 y 3
Expresa de manera oral y escrita los conceptos e ideas de la unidades	1
Conoce los antecedentes históricos más significativos	3 y 6
Comprende el concepto de evolución desde una perspectiva global hasta teorías más concretas	2, 3 y 7
Entiende los puntos más importantes de la teoría darwiniana, pruebas y elementos actuales	3, 6 y 7
Conoce la evolución humana	3, 6, 7 y 8
<i>Entiende la perspectiva actual sobre el origen de la vida, sus sucesos y procesos más relevantes</i>	2 y 3

Criterios de calificación

- Actitud en clase: 5%. Se tendrá en cuenta de manera positiva una actitud respetuosa, participativa y trabajadora.
- Actividades: 5%. La realización de las actividades se comprobará diariamente.
- Webquest: 40%

<i>Instrumento de evaluación</i>	<i>Muy buena</i>	<i>Buena</i>	<i>Mejorable</i>	<i>Deficiente</i>
<i>Calidad de contenidos presentados</i>	Hace referencia de forma amplia de todos los contenidos exigidos y añade contenidos de interés (15%).	Se muestran los contenidos mínimos en el trabajo de manera clara y entendible (10%).	Hay una pequeña deficiencia de contenidos o de redacción (5%)	Gran deficiencia de contenidos y/o redacción (2.5%).
<i>Calidad de la exposición</i>	Expone claramente una parte representativa de la exposición y responde correctamente a las preguntas (15%).	Se muestra alguna pequeña deficiencia en la exposición o respuesta de preguntas (10%).	Deficiencias significativas en expresar los contenidos expuestos o responder a las preguntas (5%).	El alumno no consigue exponer con claridad ni responder a las preguntas (2.5%)
<i>Calidad de la representación artística.</i>	El grupo muestra gran originalidad y organización artística y descriptiva (10%).	La representación artística es diferente a las propuestas por el profesor, pero son mejorables en cuanto a originalidad o organización (7.5%).	La representación no es original pero suficiente en referencia a su organización artística y descriptiva (5%).	La representación es escasa o nula en cuanto a originalidad y organización (2.5%).

La formulación de preguntas por parte de los alumnos a otro compañero puede ser un elemento que defina el encuadre final de su actuación dentro de la rúbrica.

- Examen: 50%

Instrumentos de calificación.

- ◆ Valoración de la actitud del alumno en referencia a su participación y comportamiento
- ◆ Elaboración de un trabajo grupal
- ◆ Exposición del trabajo grupal
- ◆ Realización de las actividades diarias
- ◆ Realización de una prueba escrita

Recuperación y proacción

Los alumnos con menos de un 40% de puntuación en la exposición o en el examen escrito tendrán que recuperar la parte no superada. Aquellos que alcancen el 40% en estas partes pero no lleguen al 50% de la nota total debido a una mala actitud tendrá que recuperar una o dos partes dependiendo de su nota en cada una de ellas.

Para recuperar el examen escrito los alumnos tendrán que superar un nuevo examen con una estructura similar al anterior pero con diferentes preguntas, siempre teniendo en cuenta los contenidos específicos de la unidad.

Los alumnos con la parte expositiva suspensa constituirán un nuevo grupo y repetirán la exposición, el tema de esta exposición será seleccionado por el profesor en función de las actitudes de los alumnos suspensos.

Se dispone de contenidos extras para aquellos alumnos que necesiten ampliar sus conocimientos y actividades para fortalecer su aprendizaje. Estos contenidos extras estarán relacionados con los contenidos específicos de la unidad y se seleccionarán aquellos que se adapten a las capacidades del alumno

- El proceso evolutivo
 - La Tierra y su evolución
 - Evolución elemental y molecular. Constitución de los elementos y formación de moléculas interestelares

- La evolución biológica
 - Coevolución
 - Selección artificial
- El origen de la vida
 - Traducción genética
 - El mundo del ARN

Proceso enseñanza-aprendizaje. Autoevaluación

En este apartado evaluaremos la evolución de las ideas previas de los alumnos, para conseguir esto se repetirán las preguntas iniciales, pero esta vez al final de la unidad.

Los alumnos volverán a enviar el cuestionario inicial, las respuestas se introducirán automáticamente en una hoja de excel (Anexo III), posteriormente los datos se transformarán a valores numéricos en función de la calidad de la respuesta.

Con este procedimiento se obtienen gráficos (Anexo III) para comparar como el alumno ha desarrollado las ideas básicas del tema, estas gráficas son una buena herramienta para hacernos una idea de como se ha efectuado el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los gráficos que aparecen en el Anexo III pertenecen a una clase sobre enfermedades no infecciosas impartida durante el practicum, los alumnos respondieron a priori y a posteriori una serie de preguntas básicas sobre el tema en cuestión, como se puede observar en el Anexo III la mayoría de los alumnos a posteriori consiguieron responder perfectamente a la pregunta.

4.3.6. Atención a la diversidad

Principios generales

1. De conformidad con lo establecido en el Decreto 230/2007, de 31 de julio, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la educación primaria en Andalucía, y en el Decreto 231/2007, de 31 de julio, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la educación secundaria obligatoria en Andalucía, con objeto de hacer efectivos los principios de educación común y de atención a la diversidad sobre los que se organiza el currículo de la educación básica, los centros dispondrán las medidas de atención a la diversidad, tanto organizativas como curriculares, que les permitan, en el ejercicio de su autonomía, una organización flexible de las enseñanzas y una atención personalizada al alumnado en función de sus necesidades.
2. La atención a la diversidad del alumnado será la pauta ordinaria de la acción educativa en la enseñanza obligatoria, para lo cual se favorecerá una organización flexible, variada e individualizada de la ordenación de los contenidos y de su enseñanza.
3. Dado el carácter obligatorio de la educación básica, las medidas de atención a la diversidad que se apliquen estarán orientadas a responder a las necesidades educativas concretas del alumnado, a conseguir que alcance el máximo desarrollo posible de sus capacidades personales y a la adquisición de las competencias básicas y de los objetivos del currículo establecidos para la educación primaria y la educación secundaria obligatoria, garantizando así el derecho a la educación que les asiste.
4. A tales efectos, se establecerán los mecanismos adecuados y las medidas de apoyo y refuerzo precisas que permitan detectar las dificultades de aprendizaje tan pronto como se produzcan y superar el retraso escolar que pudiera presentar el alumnado, así como el desarrollo intelectual del alumnado con altas capacidades intelectuales.
5. Las medidas curriculares y organizativas para atender a la diversidad deberán contemplar la inclusión escolar y social, y no podrán, en ningún caso, suponer una discriminación que impida al alumnado alcanzar los objetivos de la educación básica y la titulación correspondiente.
6. De conformidad con lo establecido en el artículo 46.6 de la Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía, el marco habitual para el tratamiento del alumnado con dificultades de aprendizaje, o con insuficiente nivel curricular en relación con el del curso que le correspondería por edad, es aquel en el que se asegure un enfoque multidisciplinar, asegurándose la coordinación de todos los miembros del equipo docente que atienda al alumno o alumna y, en su caso, de los departamentos o de los equipos de orientación educativa.

7. De conformidad con lo establecido en el artículo 113 de la Ley 17/2007, de 10 de diciembre, el Sistema Educativo Público de Andalucía garantizará el acceso y la permanencia en el sistema educativo del alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, entendiendo por tal el alumnado con necesidades educativas especiales, el que se incorpore de forma tardía al sistema educativo, el que precise de acciones de carácter compensatorio y el que presente altas capacidades intelectuales.

8. Los centros establecerán medidas de detección y atención temprana durante todo el proceso de escolarización, con el objeto de que el alumnado que la requiera alcance el máximo desarrollo personal, intelectual, social y emocional. La Consejería competente en materia de educación establecerá los mecanismos de coordinación con el resto de Administraciones competentes en esta materia.

9. Los centros docentes dispondrán de autonomía para organizar los recursos humanos y materiales que se les asignen de acuerdo con la planificación educativa, con objeto de posibilitar la atención a la diversidad de su alumnado en el marco de lo establecido en la presente Orden.

Criterios y procedimientos para la atención a la diversidad y adaptación curricular en el IES Miguel Sánchez López.

1. **Medidas preventivas:** Permiten evitar o detectar tempranamente dificultades de aprendizaje en los alumnos, fundamentalmente con alumnos que presentan dificultades de aprendizaje generales (problemas de expresión y comprensión verbal, problemas de cálculo numérico, problemas de ortografía y caligrafía, etc.). En este sentido, se obtendrán datos (aptitudes e inteligencia general, etc.) del Equipo de Orientación Educativa de la zona (a través del informe de orientación educativa realizado, por el mismo, al finalizar 6º de Primaria, que se le solicitará al alumno cuando formalice la matrícula del 1-10 de julio) y de una ficha individual que los alumnos completarán a principio de curso. Esta evaluación facilitará el conocimiento de varias facetas del alumnado:

- Aptitudes generales.
- Hábitos de estudio.
- Situación socioeconómica y familiar.
- Motivación profesional.
- Etc.

2. **Medidas de apoyo ordinario:** Una vez detectada la necesidad educativa que ha presentado algún/a alumno/a en concreto, el profesorado (junto con el tutor/a y el orientador/a) organizará actividades de recuperación y refuerzo (para aquellos alumnos que muestren dificultades para alcanzar los objetivos educativos) y actividades de ampliación o desarrollo (para aquellos alumnos que necesiten actividades de enriquecimiento, para desarrollar al máximo sus capacidades).

Siempre que sea necesario el profesorado procederá a realizar (en coordinación con el departamento de Orientación) las adaptaciones curriculares que sean precisas, con objeto de conseguir que aquellos alumnos y alumnas que, manifestando interés en el aprendizaje, no consiguen los objetivos previstos en la programación, alcancen no obstante las capacidades básicas previstas en la etapa.

3. **Medidas de carácter extraordinario:** Éstas van dirigidas EXCEPCIONALMENTE a:

- a) Alumnos que permanecen un año más en el mismo ciclo o curso.
- b) Alumnos que sigan un Programa de Diversificación Curricular
- c) Alumnos con necesidades educativas especiales, que tengan o necesiten una Adaptación Curricular menos o más significativa.
- d) Alumnos/as que asisten al Aula de Apoyo a la Integración
- e) Alumnos con materias pendientes de cursos anteriores
- f) Alumnos/as que pertenecen al Plan de Compensación Educativa

ALUMNOS/AS QUE TIENEN NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES:

Un alumno tiene NEE cuando tiene dificultades mayores que el resto de sus compañeros para acceder a los aprendizajes que le corresponden por su edad. Para compensar esas dificultades requiere determinadas ayudas especiales porque los recursos ordinarios al alcance del profesorado no son suficientes para responder a ellas. Entonces, precisa de una ayuda educativa especial, que se diferencia de la que se ofrece a la mayoría de los compañeros.

En la medida que la educación obligatoria es un derecho de todos los alumnos, resulta obligado hacer todo lo posible para que aprendan y progresen y, por tanto, se trata de buscar y agotar las vías, métodos y medios de enseñanza que les permitan aprender y alcanzar los objetivos educativos.

El Departamento de Orientación en coordinación con los diferentes equipos docentes, determinará también aquellos/as alumnos y alumnas que presenten “necesidades educativas especiales”, motivadas por: limitaciones personales, por minusvalías, problemas con el idioma debidos a la inmigración, por cuestiones familiares (marginación, desestructuración, temporalidad, etc.) o por cualquier otra circunstancia, estableciendo los correspondientes programas específicos, haciendo uso bien del propio profesorado del centro como los profesores/as de apoyo a la integración, o de colaboraciones externas como los EOE o los/as profesores y profesoras de atención lingüística a inmigrantes, etc.

ENSEÑANZAS:

Los alumnos con necesidades educativas especiales (nee) por razón de discapacidad cursan las mismas enseñanzas que el resto del alumnado, al menos durante el período de escolarización obligatoria. El actual sistema educativo tiene por 90 objetivo la atención de todos los alumnos en las condiciones de mayor integración posible, pero sin olvidar que para determinados alumnos la atención educativa de mayor calidad requiere unas condiciones especiales que no siempre están disponibles en las aulas y centros ordinarios.

ORGANIZACIÓN DE LA ATENCIÓN EDUCATIVA A LOS/LAS ALUMNOS/AS CON NEE:

Para la atención educativa del alumnado que sigue enseñanzas en régimen de integración, nuestro IES dispone de profesorado especializado en Educación Especial (Pedagogía Terapéutica), y, coyunturalmente, de un profesor/a de Compensación Educativa, y también de apoyo externo como una profesora de apoyo al alumnado inmigrante con deficiencias en la comprensión del idioma, de los servicios sociales, de la ONCE cuando es preciso, etc.

MODALIDADES DE ESCOLARIZACIÓN PARA EL ALUMNADO CON DISCAPACIDAD:

Al alumno que se matricula en 1º de ESO y presenta nee , el EOE de la zona, le ha realizado un DICTAMEN DE ESCOLARIZACIÓN, que es un informe fundamentado en la evaluación psicopedagógica en el que se determinan las nee, las ayudas, los apoyos y 91 las adaptaciones del currículo y se propone la modalidad de escolarización más adecuada a las características y necesidades de cada alumno. El alumnado con nee podrá ser escolarizado en estas modalidades:

- a) En un grupo ordinario a tiempo completo.
- b) En un grupo ordinario con apoyos en períodos variables.
- c) La escolarización en un aula de educación especial.

COORDINACIÓN ENTRE LOS PROFESIONALES:

El tutor del alumno con nee tiene la responsabilidad de asegurar la coordinación entre el profesorado y demás profesionales que intervienen con el alumnado. Es necesario que los profesionales participen coordinadamente en las acciones y actividades dirigidas a este alumnado. La necesidad de estar coordinado no se limita al profesorado, es igualmente necesaria con otros profesionales: los intérpretes de lengua de signos, los miembros de los equipos específicos para el apoyo educativo de sordos, ciegos o motóricos, y los monitores de educación especial, etc

5.Bibliografía

- Aponte, J.C., Dworkin, J.P., y Elsila, J.E. (2014). Assessing the origins of aliphatic amines in the Murchison meteorite from their compound-specific carbon isotopic ratios and enantiomeric composition. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 141, 331-345.
- Campbell, A. (2001). The origins and evolution of viruses. *Trends in Microbiology*, 9 (2), 61.
- Cleaves II, H.J., Neish, C., Callahan, M.P., Parker, E., Fernández F.M., y Dworkin, J.P. (2014). Amino acids generated from hydrated Titan tholins: Comparison with Miller–Urey electric discharge products. *Icarus*, 237, 182-189.
- Costanzo, G., Saladino, R., Crestini, C., Ciciriello, F., y Di Mauro, E. (2007). Nucleoside phosphorylation by phosphate minerals. *Journal of biological chemistry*, 282, 16729-16735.
- Delaye, L., y Lazcano, A. (2005). Prebiological evolution and the physics of the origin of life. *Physics of life Reviews*, 2 (1) , 47-64.
- Di Giulio, M. (2006). The non-monophyletic origin of the tRNA molecule and the origin of genes only after the evolutionary stage of the last universal common ancestor (LUCA). *Journal of theoretical biology*, 240 (3), 343-352.
- Folsome, C.E., Allen, R.D., y Ichinose, N.K. (1975). Organic microstructures as products of Miller-Urey electrical discharges. *Precambrian Research*, 2 (3), 263-275.

- Glansdorff, N., Xu, Y., y Labedan, B. (2008). The Last Universal Common Ancestor: emergence, constitution and genetic legacy of an elusive forerunner. *Biology Direct*, 29 (3).
- Goesmann, F., Rosenbauer, H., Bredehoft, J.H., Cabane, M., Ehrenfreund, P., Gautier, T., Giri, C., Kruger, H., Le Roy, L., y MacDermott, A.J., McKenna-Lawlor, S., Meierhenrich, U.J., Caro, G.M.M., Raulin, F., Roll, R., Steele, A., Steininger, H., Sternberg, R., Szopa, C., Thiemann, W., y Ulamec, S. (2015). Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry. *Science*, 349 (6247).
- Herbst, H. (2015). Chemical Kinetics in Interstellar Clouds. *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*.
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Comunicación y construcción de conocimiento en el nuevo espacio tecnológico. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5 (2), 26-35.
- Jenkins, J.M., Twicken, J.D., Batalha, N.M., Caldwell, D.A., Cochran, W.D., Endl, M., Latham, D.W., Esquerdo, G.A., Seader, D., Bieryla, A., Petigura, E., Ciardi, D.R., Marcy, G.W., Isaacson, H., Huber, D., Rowe, J.F., Torres, G., Bryson, S.T., Buchhave, L., Ramirez, I., Wolfgang, A., Li, J., Campbell, J.R., Tenenbaum, P., Sanderfer, D., Henze, C.E., Catanzarite, J.H., Gilligand, R.L., y Borucki, W.J. (2015). Discovery and validation of Kepler-452b: A 1.6-R Super Earth exoplanet in the habitable zone of a G2 Star. *Astronomical Journal*, Julio 2015.
- Kawakita, H., Kobayashi, H., Dello Ruso, N., Vervack Jr, R.J. Hashimoto, M., Weaver, H.A., Lisse, C.M., Cochran, A. L., Harris, W.M., Bockelée, D., Biver, N., Crovisier, J., y Mckay, A.J. (2013). Parent volatiles in Comet 103P/Hartley 2 observed by Keck II with NIRSPEC during the 2010 apparition. *Icarus*, 222 (2), 723-733.
- Koch, A.L., y Silver, S. (2005). The First Cell. *Advances in Microbial Physiology*, 50, 227–259
- Kwok, S. (2007). Enrichment of the solar system by organic compounds delivered from evolved stars. *Advances in Space Research*, 40 (11), 1613-1619.
- Kwok, S. (2015). Organic Compounds in Circumstellar and Interstellar Environments. *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 45 (1-2), 113-121.
- Kung, C.C., Hayatsu, R. Studier, M.H., y Clayton, R.N. (1979). Nitrogen isotope fractionations in the Fischer-Tropsch synthesis and in the Miller-Urey reaction. *Earth and Planetary Science Letters*, 46 (1), 141-146.
- Le Roy, L., Briani, G., Briois, C., Cottin, H., Fray, N. Thirkell, L., Poulet, G., y Hilchenbach, M. (2012). On the prospective detection of polyoxymethylene in comet 67P/Churyumov–

Gerasimenko with the COSIMA instrument onboard Rosetta. *Planetary and Space Science*, 65 (1), 83-92.

- Linsenmeier, M., Pascale, S., y Lucarini, V. (2015). Climate of Earth-like planets with high obliquity and eccentric orbits: Implications for habitability conditions. *Planetary and Space Science*, 105, 43-59.
- Martínez, H.A., López, G.C., y Romo, L. (2014). Developing a Method to Evaluate Entropy in Organizational Systems. *Conference on Systems Engineering Research (CSER 2014)*.
- McDonald, R., Boud, D., Francis, J., y Gonczi, A. (2000). Nuevas perspectivas sobre la evaluación. *Boletín Cintefer*, 149, 41-72.
- McKinnon, W.B.(2015). *Introduction to 'Pluto, Charon, and the Kuiper Belt Objects': Pluto on the Eve of the New Horizons Encounter. Treatise on Geophysics (Second Edition)*, 10, 637-651.
- Merino, P., Marqués-López, E., Tejero, T., y Herrera, R.P. (2009). Organocatalyzed Strecker reactions. *Tetrahedron*, 65 (7), 1219-1234.
- Merryman, C., y Gibson, D.G. (2012). Methods and applications for assembling large DNA constructs. *Metabolic Engineering*, 14(3).
- Morange, M. (2011). Some considerations on the nature of LUCA, and the nature of life. *Research in Microbiology*, 162 (1), 5-9.
- Nissen, P., Hansen, J., Ban, N., Moore, P.B., y Steitz, T.A. (2000). The structural basis of ribosome activity in peptide bond synthesis. *Science*, 289 (2000), 920–930.
- Nuevo, M., Milam, S.N., Sandford, S.A., De Gregorio, B.T., Cody, G.D., y Kilcoyne, A.L.D. (2011). XANES analysis of organic residues produced from the UV irradiation of astrophysical ice analogs. *Advances in Space Research*, 48 (6), 1126-1135.
- Oró, J., Mills, T., y Lazcano, A. (1992). The cometary contribution to prebiotic chemistry. *Advances in Space Research*, 12 (4), 33-41.
- Oró, J., Mills, T., y Lazcano, A. (1995). Comets and life in the universe. *Advances in Space Research*, 15 (3), 81-90.
- Paleos, C.M. (2015). A decisive step toward the origin of life. *Trends in Biochemical Sciences*, 40,(9), 487-488.

- Parke, E.C. (2014). Flies from meat and wasps from trees: Reevaluating Francesco Redi's spontaneous generation experiments. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 45, 34-42.
 - Saladino, R., Botta, G., Pino, S., Costanzo, G., y Di Mauro, E. (2012). From the one-carbon amide formamide to RNA all the steps are prebiotically possible. *Biochimie*, 94 (7), 1451-1456.
 - Saladino, R., Crestini, C., Pino, S., Costanzo, G., y Di Mauro, E. (2012). Formamide and the origin of life. *Physics of Life Reviews*, 9 (1), 84-104.
 - Snytnikova, O.A., Simonov, A.N., Pestunova, O.P., Parmon, V.N., y Tsentalovich, Y.P. (2006). Study of the photoinduced formose reaction by flash and stationary photolysis. *Mendeleev Communications*, 16 (1), 9-11.
 - Sorokin, A.B., Kudrik, E.V., Álvarez, L.X., Afanasiev, P., Millet, J.M.M., y Bouchu, D. (2010). Oxidation of methane and ethylene in water at ambient conditions. *Catalysis Today*, 157 (1-4), 149-154.
 - Theulé, P., Duvergay, F., Danger, G., Borget, F., Bossa, J.B., Vinogradoff, V., Mispelaer, F., y Chiavassa, T. (2013). Thermal reactions in interstellar ice: A step towards molecular complexity in the interstellar medium. *Advances in Space Research*, 52 (8), 1567-1579.
 - Verlander, M.S., Lohrmann, R., y Orgel, L.E. (1973). Catalysts for the self-polymerization of adenosine cyclic 2', 3'-phosphate. *Journal of Molecular Evolution*, 2, 303-316.
 - Villardón, L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 57-76.
-
- Cometa 67pchuryumov-Gerasimenko, expedición Rosseta.
<http://www.sci-news.com/space/science-philae-organic-compounds-comet-67pchuryumov-gerasimenko-03082.html>
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/The_long_trek
 - Viaje de Rosseta.
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/The_long_trek
 - Formación de los elementos.
http://astronomia.net/cosmologia/stellar_a.htm

- Moléculas interestelares encontradas hasta la fecha.
<http://science.gsfc.nasa.gov/691/cosmicice/interstellar.html>
- La tierra y el universo.
<http://www.librosmaravillosos.com/laformaciondelatierra/capitulo02.html>
- New Horizons.
<http://www.sondasespaciales.com/portada/2015/05/cronologia-del-encuentro-de-new-horizons-con-pluton/>
- Herrero, J. La química del Cosmos.
<http://www.iem.csic.es/semanaciencia/semanaciencia11/semciencia11-Herrero.pdf>
- El Mundo del ARN.
<http://www.allaboutsscience.org/spanish/mundo-del-arn.htm>
- Contenidos transversales.
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/averroes/html/porta/com/bin/contenidos/B/ApoyoAlCurriculo/CurriculoDeAndalucia/Seccion/EducacionSecundariaObligatoria/Ejemplificaciones/1179836162475_wysiwyg_libeso04.pdf

Anexos.

Anexo I. El blog

<http://evolutionandlife.blogspot.com.es/>

El proceso evolutivo y el origen de la vida

martes, 29 de septiembre de 2015

Introducción



La evolución y el origen de la vida

En esta unidad analizaremos el concepto de evolución, comenzando desde una perspectiva general y descendiendo hasta abordar modelos más específicos como la teoría de la evolución biológica y la evolución química prebiológica. Se estudiará la figura de Charles Darwin, uno de los personajes más importantes en el mundo de la biología y en el mundo

Datos personales

 ZaratustraCB

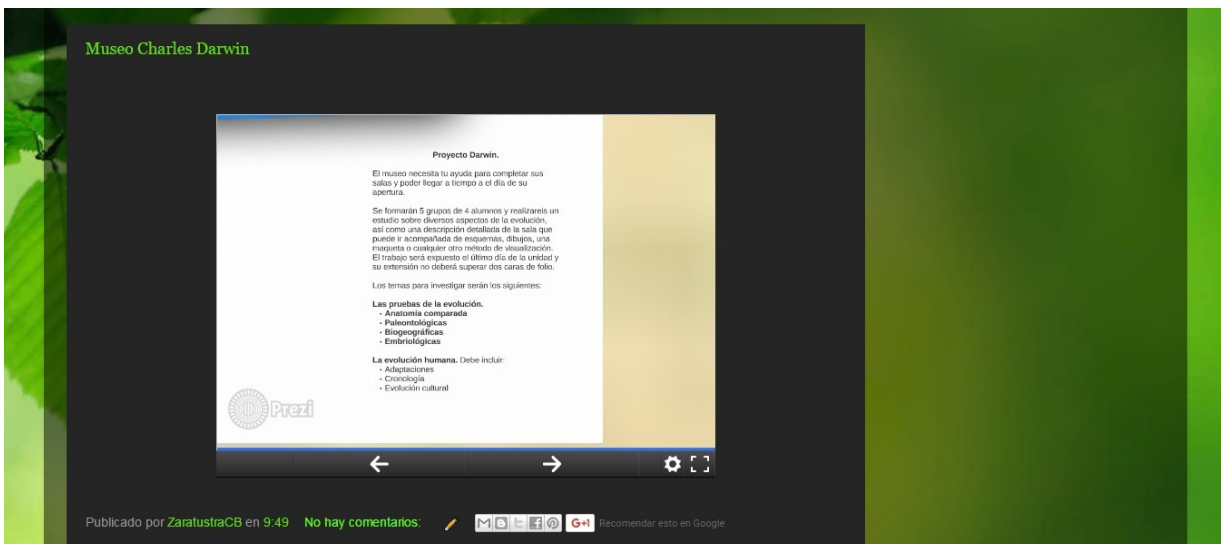
[Ver todo mi perfil](#)

Archivo del blog

- ▼ 2015 (3)
 - ▼ septiembre (1)
 - [Introducción](#)
 - octubre (2) 

[illegible]

Anexo II. Proyecto Darwin (Webquest)



Proyecto Darwin.

El museo necesita tu ayuda para completar sus salas y poder llegar a tiempo a el día de su apertura.

Se formarán 5 grupos de 4 alumnos y realizareis un estudio sobre diversos aspectos de la evolución, así como una descripción detallada de la sala que puede ir acompañada de esquemas, dibujos, una maqueta o cualquier otro método de visualización. El trabajo será expuesto el último día de la unidad y su extensión no deberá superar dos caras de folio.

Los temas para investigar serán los siguientes:

Las pruebas de la evolución.

- Anatomía comparada
- Paleontológicas
- Biogeográficas
- Embriológicas

La evolución humana. Debe incluir:

- Adaptaciones
- Cronología
- Evolución cultural

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/5pruebas_de_la_evolucion.htm

<http://evolutionibus.eresmas.net/pruebas.html>

https://www.youtube.com/watch?v=_zekEgaN8Wc

<http://www.museoevolucionhumana.com/>

<http://historiaybiografias.com/evolucion/>

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/12evolucion_humana.htm

<http://www.portalciencia.net/antroevo.html>

Anexo III. Cuestionario y resultados sobre ideas previas

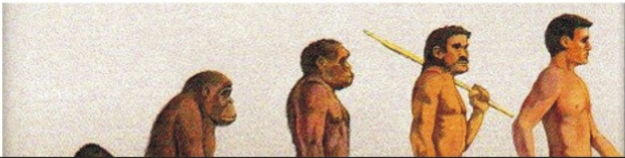
El proceso evolutivo

El proceso evolutivo

***Obligatorio**

Encuentra en el video de presentación ejemplos de procesos evolutivos independientes a la evolución biológica. *

Las siguientes imágenes hacen referencia a la evolución biológica. ¿Qué te sugieren? *



¿Como crees que se originó la vida en la tierra? *

Dios

De forma espontánea

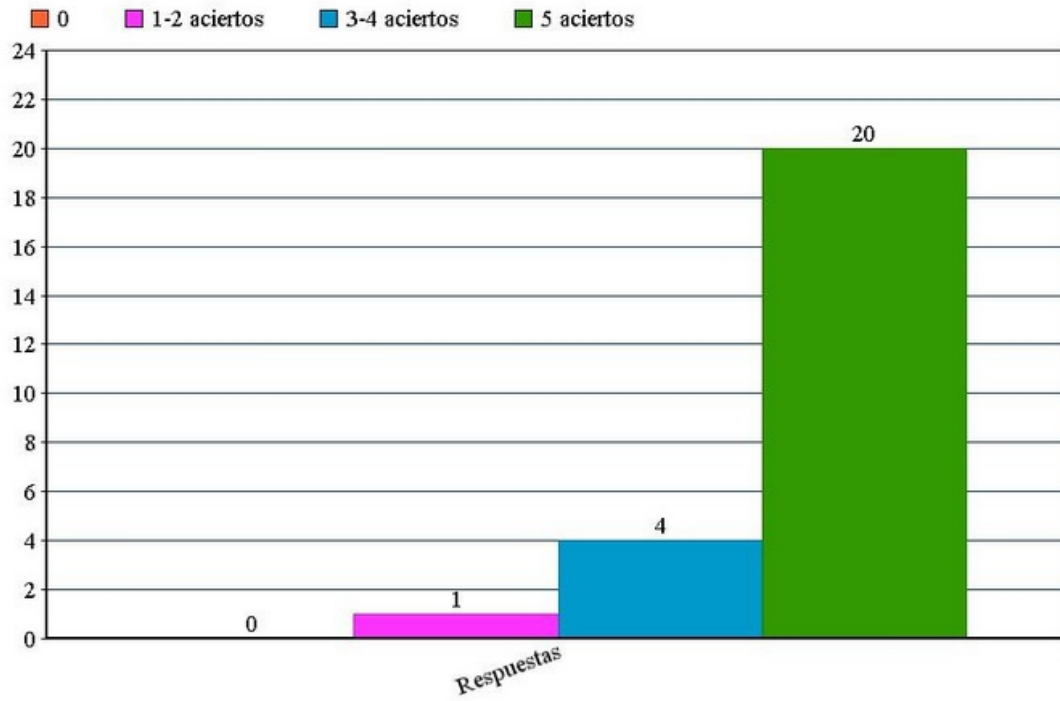
Evolución química

Extraterrestres

Ninguna de las anteriores

Través de Formularios de Google.

Pregunta 3 a tiempo 2, Ciencias de la Salud



Anexo IV. Examen

Prueba escriba para 4º ESO. El proceso evolutivo y el origen de la vida.

Nombre y apellidos:

Fecha:

1. Define: Adaptación, biodiversidad, fijismo, neodarwinismo y LUCA.
2. Evolución química. Explica como se originó la vida en la tierra.
3. Enumera los antecedentes históricos más importantes relativos a la teoría evolutiva. ¿Quiénes fueron Miller y Urey y cual fue su experimento?
4. Resume en un máximo de 100 palabras el proceso evolutivo desde la creación del Sistema Solar hasta el comienzo de la vida en la Tierra.
5. Explica que pruebas respaldan la teoría de la evolución
6. Adaptaciones más importantes en la evolución humana.
7. Explica como se formaron los cloroplastos, mitocondrias y núcleo celular.