

Estudio nº1 – Orígenes del Caso UMMO

1.1 – Marco Histórico

Corría el año 1934, época previa a la segunda guerra mundial (1939 – 1945), el conflicto bélico más importante y sangriento que jamás haya visto nuestro planeta. Poco se imaginaba la humanidad que, por pura casualidad la Tierra entraría en contacto con otra civilización. La historia del caso del que trata este trabajo, surge aproximadamente entre el 4 y el 8 de febrero de 1934. En esa fecha, un barco de bandera noruega ubicado cerca de Terranova (Canadá), realizaba determinados experimentos involucrando una nueva técnica de comunicación a distancia para la época, denominada reflexión ionosférica.

Fragmento extraído de D23: *“No nos ha traído hasta ustedes más que el interés de analizar la civilización de ustedes y las características geológicas de lo que nosotros denominamos OYAGAA (PLANETA TIERRA), estructuras biológicas terrestres y psicología de la sociedad. En el año terrestre 1950 (marzo) arribamos a este OYAA (ASTRO FRÍO). Unos dos años antes (AÑOS TERRESTRES) captamos una débil señal en frecuencia 413,44 megaciclos que no logramos decodificar. Había sido emitida hacia el año 1934 (posteriormente hemos identificado la señal radioeléctrica como emitida desde un navío noruego a la altura de Terranova en unas experiencias desarrolladas por científicos de esta nacionalidad tendentes al empleo de elevadas frecuencias en comunicaciones a larga distancia por reflexión ionosférica. La señal fue emitida entre los días 5 y 7 de febrero de 1934. Esta fecha es pues histórica en las relaciones TIERRA-UMMO. Tenemos fotocopias de los radiogramas emitidos (obtenidos por nuestros hermanos en Alemania que se desplazaron hasta Bergen con este fin) y por supuesto la grabación de las señales en Morse que resultaron entonces ininteligibles para nosotros pues nuestros técnicos creyeron que se trataría de un código de numeración binaria (PUNTO = CERO, RAYA = UNO o viceversa). Les asombrará a ustedes saber que la duración de la fracción de radiograma captado fue de 2,2 UIW (unos 6,8 minutos) que bastaron para identificar sobre coordenadas galácticas, la posición del sistema solar, a nuestros técnicos, que bautizaron entonces al astro del cual procedía aquella señal con el nombre de GAA (CUADRADO) puesto que la gráfica obtenida con la señal recordaba la ecuación analítica que expresa el área de esta figura geométrica. Sólo al llegar hasta ustedes pudimos comprobar que la denominación OYAGAA (ASTRO FRÍO de “CUADRADO”) era falsamente evocadora puesto que la naturaleza del mensaje no era precisamente matemática.”.*

Fragmento extraído de D57-1: *“En primer lugar, hemos podido aclarar el verdadero origen de la señal. No se trató como creímos nosotros un mensaje interplanetario enviado por la civilización terrestre, sino un fragmento de conversación codificada, remitido por un navío de nacionalidad noruega que entre los días 4 a 8 de febrero de 1934 emitió en plan de pruebas cuando se dirigía a Terranova. Unos científicos de aquella nacionalidad expertos en electrónica, entonces denominada T. S. F., probaban unos equipos de alta frecuencia, tendentes a demostrar la viabilidad de las comunicaciones por reflexión ionosférica (entonces desconocían ustedes muchas técnicas familiares hoy para los ingenieros terrestres actuales). Una parte de la señal llegó casualmente hasta nosotros. La emisión tardó en llegar hasta UMMO unos 14 años, ya que las ondas electromagnéticas se propagan por una geodésica que, considerada en el espacio de tres dimensiones, resulta una línea recta.”.*

Por aquel entonces, las comunicaciones a distancia se realizaban empleando la tecnología referente a señales codificadas en clave Morse a través de las líneas eléctricas de los sistemas telegráficos operados por máquinas teletipo^[1]. Estaba también en uso el teléfono – conocido como el “telégrafo parlante”, inventado por Antonio Meucci (1808 – 1889) en 1854 –. Varios años atrás se había logrado implementar con éxito ya la comunicación por radiofrecuencias – primera transmisión oficial en 1906, en USA^[2] –.

NOTA A – Para comenzar, es importante comentar algo sobre esta tecnología. El alcance de una onda de radio es inversamente proporcional a su frecuencia. Las comunicaciones por este medio se realizaban en la época a valores medio-altos, supeditadas a la presencia de obstáculos entre la antena emisora y receptora, y a la distancia entre ambas. Esta limitación se conoce como línea de visión, e implica que 2 puntos de radiodifusión pueden establecer contacto entre sí, siempre que no estén separados más allá del horizonte^[3]. Esto evidentemente era un gran impedimento para enviar mensajes a zonas alejadas.

La técnica descrita en el texto se basa en el hecho de que las transmisiones que no superen una frecuencia máxima utilizable (MUF), pueden sortear la línea del horizonte al reflejarse contra la ionósfera^[4] – región de la alta atmósfera dividida en varias capas, compuesta por aire ionizado –. Cuando se opera a valores apenas por debajo del umbral mencionado y la emisión se realiza a ángulos bajos respecto a la horizontal, pueden darse múltiples rebotes cielo-superficie, aumentando así el alcance de la onda de radio^[5].

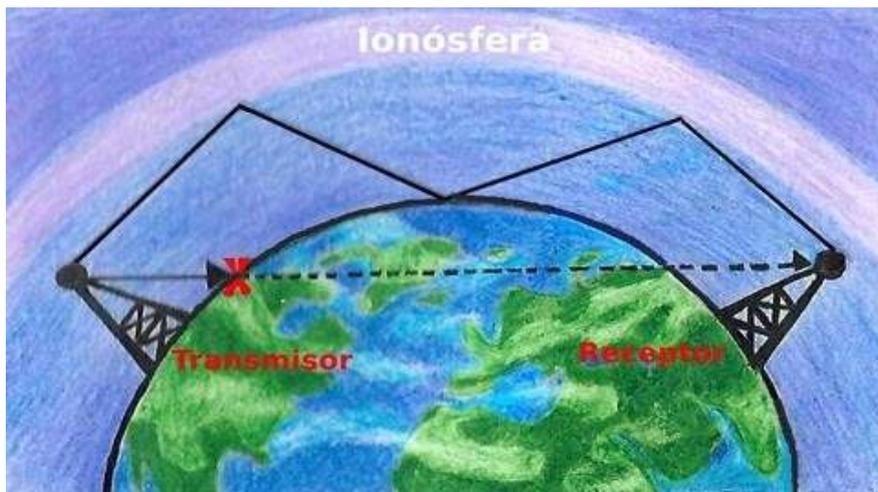


Figura 1: Comunicación mediante la Capa Ionizada de la Atmósfera

La ionósfera se divide en 3 zonas denominadas D, E y F. La primera es la más cercana a la superficie y está presente durante el día, ya que es netamente dependiente del viento solar. Su principal característica^[6] es que absorbe ondas de radio por debajo de 10 MHz. Al caer la noche, esta capa desaparece dejando al descubierto parcialmente al sector E.

Este estrato de la ionósfera no depende de la radiación solar, está presente durante el día y es capaz de reflejar las ondas de radio de manera esporádica e irregular. Sin embargo, su presencia no es constante durante las horas de oscuridad. La capa F es la más alta, y se divide en las regiones F1 y F2 respectivamente, las cuales se fusionan al caer la noche. Junto con el sector E, usualmente reflejan ondas de alta frecuencia (HF, 3 – 30 MHz). La altitud de la capa F2 permite alcanzar largas distancias de comunicación. Como regla general, a mayor altura se da una mejor reflexión de ondas de alta frecuencia. Dado que la capa F está presente durante todo el día, es la más utilizada para radiocomunicación.

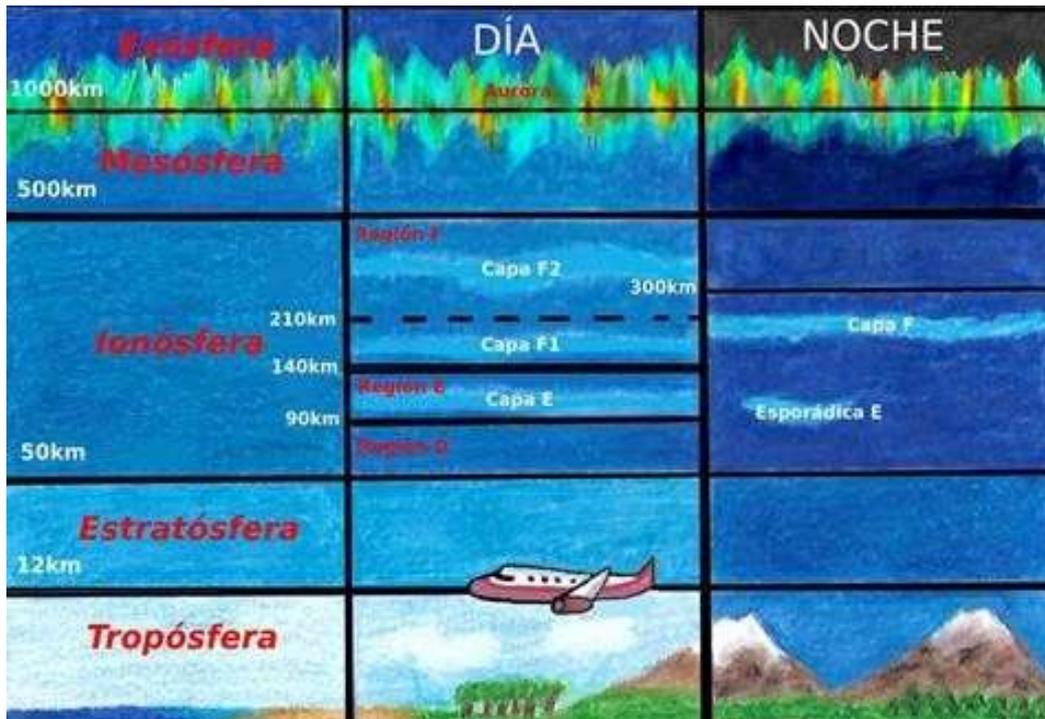


Figura 2: Estratificación de la Ionósfera y demás Capas de la Atmósfera Terrestre

El espesor y/o consistencia de la zona eléctricamente cargada no es constante en el tiempo – varía según la hora del día, la estación, la latitud y fundamentalmente por la actividad solar –. Es prácticamente imposible predecir y/o modelar su comportamiento a largo plazo. Cuando nuestro planeta recibe más viento solar que de costumbre, en latitudes polares se forma en la exósfera una capa discontinua llamada aurora, la cual puede reflejar ondas de mayor frecuencia y permitir alcanzar distancias importantes ^[7] – **NOTA A.**

Durante estos experimentos en alta mar, un tren de ondas de radio de ultra alta frecuencia (UHF) se perdió en el espacio probablemente a consecuencia de la inhomogeneidad y el reducido espesor de la ionósfera en 1934, arribando tras unos 14 años al planeta UMMO que gira en torno a una estrella llamada IUMMA por sus habitantes. Allí se recibió aparentemente, una débil señal que presentaba una frecuencia 413,44 MHz y 6,80 minutos de duración, suficiente para que pudiesen determinar el punto de origen.

1.1.1 – Investigación sobre la Realidad del Relato Histórico

A partir de ahora se comenzará un breve análisis acerca de afirmaciones y eventos. A lo largo de este trabajo se intentará estudiar y desglosar lo más objetivamente posible cada uno de los puntos mencionados por nuestros supuestos visitantes, con el fin de comprobar o refutar la veracidad de sus afirmaciones, destacando también posibles incongruencias.

Lo primero a verificar es la existencia del viaje realizado por el navío noruego. De acuerdo a los ummitas, la información que nos transmiten fue obtenida luego de una de sus excursiones desde Alemania hacia Bergen. Allí se encuentra el Instituto de Geofísica de dicha ciudad (IGB), fundado en 1917 y cuya dirección actual es Allégaten 70. En años recientes, la actividad de investigación de esta casa de estudios se ha centrado en las corrientes de Noruega y del estrecho oeste de Spitsbergen (Svalbard). A principios del siglo XX, varios científicos de esta repartición realizaron un gran número de estudios

oceanográficos y meteorológicos en aguas del océano Atlántico norte, encabezados por el profesor Bjørn Helland-Hansen (1877 – 1957) quien fue director del IGB desde su fundación hasta 1955. Sin embargo, es muy difícil establecer cuál fue la posible misión en cuestión desarrollada en 1934. Se sabe que el IGB constaba en aquella época con un único barco bautizado “Armauer Hansen” en honor al médico noruego que en 1873 identificó al microorganismo causante de la enfermedad conocida como lepra.

Respecto al navío en cuestión, se sabe que en 1926 el director del IGB escribió el libro “The Cruises of the Armauer Hansen”. La siguiente referencia aparece recién en 1935. Se trata en este caso de una publicación realizada por Håkon Mosby (1903 – 1989) titulada “Armauer Hansen in the Norwegian Sea”. De acuerdo a este autor, este barco fue utilizado por el IGB desde 1913 hasta que fue reemplazado aparentemente en 1957 ^[8].

Para intentar aclarar este asunto, se le envió un correo electrónico al instituto solicitando información sobre los viajes de su navío de investigación. A las 2 semanas la respuesta llegó: EL ARMAUER HANSEN NUNCA ESTUVO AL OESTE DE GROENLANDIA. Quien contestó desde el IGB a la consulta realizada, incluso señaló un mapa que fue confeccionado en base a los viajes que este barco realizó por el océano Atlántico norte ^[9].



Figura 3: Áreas de Expedición del Barco Armauer Hansen

Si la información es correcta, se puede descartar que este navío haya emitido la señal recibida en UMMO. Esta revelación tira por la borda – ya que se está hablando justo de barcos – teorías aceptadas que aparecen en Internet sobre el IGB. Ahora bien, en 1934 las comunicaciones a larga distancia, dependían casi exclusivamente del uso del telégrafo y la radio. Esta última además en etapas tempranas de desarrollo como medio de difusión.

En Noruega, las telecomunicaciones tuvieron su comienzo en 1855 cuando se fundó la empresa estatal Telegrafverket. Esta compañía acaparó el monopolio del sector desde el inicio de sus operaciones. Actualmente funciona bajo el nombre de Telenor, incluyendo a capitales privados y abarcando cada aspecto de las telecomunicaciones de hoy en día. La empresa está presente en toda Escandinavia y en varios países del sudeste asiático.

A principios del siglo XX, Telegrafverket planteó la implementación de una red de comunicaciones por cable a lo largo de la costa de Noruega en cooperación con la marina nacional. Se propuso incluso la idea de un programa de conexión transatlántica entre Escandinavia y USA que en realidad nunca llegó a concretarse por su elevado costo. La base de operaciones más importante fue instalada en Bergen en 1912 en la cima del monte Rundemanen (coordenadas geográficas 60,413222 , 5,366588), la cual aún sigue vigente. Esta estación es controlada hoy en día por Telenor Maritime Radio, subsidiaria fundada en 2002 y que se dedica al control de los navíos en aguas escandinavas.

Si realmente existió la comunicación entre Bergen y un barco ubicado en las costas de Terranova, sus mensajes debieron pasar por Telegrafverket. Desafortunadamente, resulta bastante imposible comprobar algo de esto preguntando acerca de experimentos de un pasado lejano, a un super gigante mundial de las telecomunicaciones. De hecho, sus direcciones de correo electrónico de contacto se abocan únicamente a atención al cliente.

Ahora bien, en la época del supuesto mensaje existió una conexión transatlántica entre Escandinavia y América del Norte a través de la compañía Norwegian America Line. La misma constaba en aquel entonces de 2 buques principales denominados SS Bergensfjord y SS Stavangerfjord, puestos en funcionamiento en 1913 y 1917 respectivamente. Estos cubrieron la ruta Oslo – Kristiansand – Stavanger – Bergen – Halifax – New York desde 1925 hasta 1940. Dicho viaje duraba de 7 a 10 días aproximadamente. Nótese en la siguiente imagen (obtenida de <http://ports.com/sea-route>), como el recorrido usual de navíos que cubren la ruta New York – Bergen bordea las costas de Terranova.



Figura 4: Trayecto más Probable del Buque entre Bergen y New York

En el sitio web <https://pier21.ca/research/immigration-records/ship-arrival-search> perteneciente al puerto de Halifax (al sur de Terranova), se pueden consultar las fechas de llegada de ambos buques. Se observa que, en 1934 el SS Bergensfjord arribó el 30 de noviembre desde New York, mientras que el SS Stavangerfjord no hizo escala ese año.

Se puede obtener información más detallada respecto a estos buques en los documentos oficiales de inmigración de USA ^[10]. En ellos se observa que, en 1934 el SS Bergensfjord llegó a New York 8 veces, mientras que el Stavangerfjord arribó en 9 oportunidades.

Buque	Fechas de llegada
SS Bergensfjord	16/03 – 19/04 – 25/05 – 26/06 03/08 – 13/09 – 19/10 – 23/11
SS Stavangerfjord	26/01 – 03/03 – 05/04 – 12/05 12/06 – 20/08 – 27/09 – 02/11 – 04/12

En los registros consultados constan los nombres de cada persona a bordo de estos buques. El SS Stavangerfjord llegó a New York el 26/01/1934. Su siguiente partida (destino final Oslo, Noruega) fue al mediodía del 31/01/1934. Dicha información fue obtenida a partir del volumen del diario New York Times correspondiente al 29/01/1934.

La velocidad máxima de este navío era de 15 kn. Según la web <http://ports.com/sea-route>, a este ritmo el buque estaría a la altura de St John's (Terranova) el 04/02/1934. Si navegó – como es lógico – más lentamente, llegaría allí tal vez el 05/02/1934, coincidiendo ambas situaciones con las fechas indicadas por los ummitas. Por otro lado, también tiene sentido dado que la supuesta comunicación se realizó con Bergen, puerto al que se dirigía.

Esta información no pudo ser nada conocida a nivel mundial, a no ser por la tripulación, algunos operadores de radio y/o gente de Telegrafverket. Las cartas ummitas citadas son de los años 1966 y 1967. Si la historia fue inventada por un humano, seguramente se tomó muchas molestias para obtener información enterrada 36 años en el pasado. Si el relato es verídico, alguien debió conseguir datos que probablemente estaban solo en Noruega y Estados Unidos (USA). Ahora, si la historia fue creada al azar, sorprende la coincidencia.

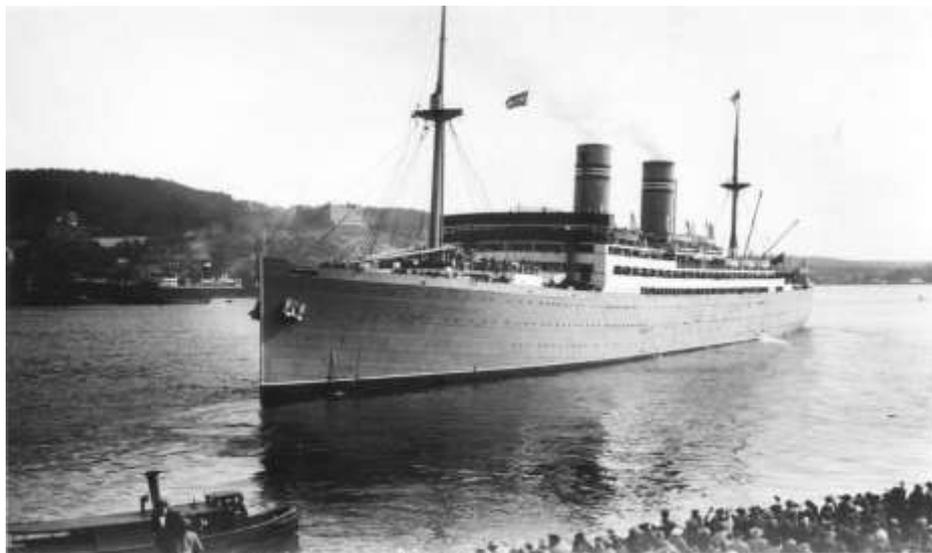


Figura 5: El Buque SS Stavangerfjord Llegando al Puerto de Oslo (1920)

Se evaluará ahora la situación hipotética del buque SS Stavangerfjord (asumiendo que fuera el navío emisor). Supóngase por simplicidad que estaba en el puerto de St John's, Terranova (aunque se sabe que no se detenía allí), y que intentó contactar a la estación de Bergen. Unas coordenadas geográficas hipotéticas serían 47,558273 , -52,708613. Ya que la estación de Bergen se ubica en 60,413222 , 5,366588, el buque distaba unos 3905 km.



Figura 6: Distancia Aproximada entre el Buque Cerca de Terranova, y Bergen

NOTA B – La separación entre 2 puntos del planeta no se puede obtener por el teorema de Pitágoras, ya que la Tierra no es una superficie plana. En este caso, mientras más se aleje un punto del origen de medida, la curvatura del mundo generará desviaciones respecto a la recta ideal. Si se considera a la Tierra como si fuese una esfera perfecta, para el cálculo real de la distancia se debe aplicar la ley del haverseno, expresada mediante la

$$\text{ecuación } 2R \text{Arcsen} \left(\sqrt{\frac{1 - \text{Cos}(\pi[\phi_2 - \phi_1]/180)}{2} + \text{Cos}(\phi_1)\text{Cos}(\phi_2) \left[\frac{1 - \text{Cos}(\pi[\lambda_2 - \lambda_1]/180)}{2} \right]} \right),$$

donde R es el radio medio del planeta (6371 km hasta su centro), ϕ la latitud y Φ la longitud (ambas en rad). Esta metodología es la empleada por Google Maps para estimar la separación entre 2 puntos. El resultado obtenido es la distancia sobre el gran círculo.

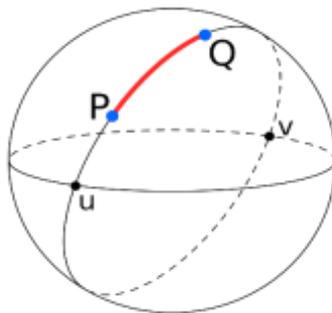


Figura 7: Superficie Esférica

Así como el cálculo de la distancia requiere un tratamiento diferente, la estimación del rumbo presenta un inconveniente similar. En base a la localización geográfica tanto del punto de emisión como del de recepción, se puede calcular la orientación de la línea trazada por el haverseno, hallando el arco tangente de 2 parámetros – ATAN2(x) – como $180 \text{ATAN2}[\text{Sen}(\Delta\lambda)\text{Cos}(\phi_2), \text{Cos}(\phi_1)\text{Sen}(\phi_2) - \text{Sen}(\phi_1)\text{Cos}(\phi_2)\text{Cos}(\Delta\lambda)]/\pi$.

Esta ecuación permite convertir de forma inequívoca coordenadas cartesianas en polares en el rango $[-180, 180]$, asumiendo sentido positivo en contra las agujas del reloj. Para transformar la expresión de forma tal que las orientaciones se incluyan en cuadrantes

euclidianos (0 – 360° separados en 4 porciones), es necesario desfazarla 90° en cada caso. Esto es sumamente importante, dado que la correlación existente entre las coordenadas geográficas y la bóveda celeste depende de esta transformación – **NOTA B**.

Las ondas de radio generadas por antenas basadas en la línea de visión se propagan en todas direcciones. Sin embargo, es posible polarizar el vector eléctrico de transmisión hacia una cierta orientación modulando un campo magnético ^[11]. Este efecto puede lograrse también con cierto tipo de antenas que permiten direccionar la comunicación hacia un punto y aumentar la potencia de la señal ^[12]. Considerando todo lo anterior, los cálculos indican que la emisión debió ser realizada con rumbo 46,75° – apuntando casi que hacia el noreste como es lógico, si se ubican ambos puntos sobre un mapa –.

Por otro lado, los ummitas aseguran que tienen en su poder fotocopias de los radiogramas correspondientes a las señales recibidas en Bergen. Pero, de ser así, ¿por qué no indican el día exacto de emisión? Si realmente poseen un fragmento del mensaje en Morse, debería ser fácil cotejarlo con los datos originales para determinar la fecha de envío.

Se deben recordar 2 pasajes de las cartas mencionadas al principio de esta sección. En D57-1 se indica: “*un fragmento de conversación codificada, remitido por un navío de nacionalidad noruega que entre los días 4 a 8 de febrero de 1934 emitió en plan de pruebas cuando se dirigía a Terranova*”. Es decir que se realizaron los experimentos de comunicación en ese intervalo de fechas. Nótese que se indica que el navío se dirigía a Terranova, mientras que en D23 se explicita que estaba a la altura de dicha región.

A su vez, en esta última carta se menciona: “*La señal fue emitida entre los días 5 y 7 de febrero de 1934.*”. Por lo tanto, este es el intervalo real en el que se generó el mensaje. La incertidumbre en la fecha puede ser por una cuestión de estimación en el tiempo de llegada de la señal al planeta UMMO – cuyo cálculo se verá en 2.2.1 – o porque todas las transmisiones realizadas entre el 5 y el 7 de febrero de 1934 eran idénticas, lo cual tiene sentido si se experimentaba con una técnica nueva y se deseaba verificar la repetibilidad de los resultados. Esto impediría conocer exactamente cuándo se generaron.

Conclusiones:

1. El barco Armauer Hansen del IGB jamás estuvo al oeste de Groenlandia.
2. Dicho instituto no tiene absolutamente nada que ver con el caso UMMO.
3. La emisión se realizó probablemente desde el SS Stavangerfjord en ruta a Bergen.
4. Este buque noruego estuvo cerca de Terranova en las fechas indicadas.
5. El experimento probablemente implicó la participación de Telegrafverket.
6. Las transmisiones de radio en esa época podían ser dirigidas mediante antenas.
7. La señal debió salir del buque con orientación noreste de 46,75°.
8. El mensaje remitido a Bergen probablemente fue enviado en modo repetición.
9. La información dada por los ummitas solo pudo ser conocida por pocas personas.
10. El relato coincide demasiado con la realidad como para ser un caso al azar.
11. Si la historia fue inventada, su autor conocía muy bien los datos informados.

Lo siguiente que se debe comprobar es la viabilidad de que la señal emitida haya podido escapar al espacio. Las frecuencias más utilizadas para las transmisiones de radio por reflexión ionosférica se ubican entre 3 y 30 MHz. En D23 se indica que la señal que llegó al planeta UMMO fue de unos 413,44 megaciclos. Una transmisión de este tipo no puede en principio propagarse por reflexión ionosférica. Surge una nueva incógnita ahora.

¿Por qué los noruegos estaban emitiendo en dicha frecuencia? Resulta que el año 1934 registró una muy pobre actividad solar – apenas 8,70 manchas en promedio según el Bureau of Meteorology of Australia, y el National Geophysical Data Center de USA –.

La presencia de manchas solares es cíclica, observándose picos de elevada intensidad cada aproximadamente 11 años. Datos de este fenómeno están disponibles en Internet, y han sido recolectados desde el siglo XVIII. El gráfico que se muestra debajo fue obtenido del sitio web www.spaceweatherlive.com. Puede observarse claramente que en 1934 la actividad relacionada a manchas solares de nuestra estrella estaba casi en un mínimo, reforzando la teoría de que la ionósfera era bastante permeable a las ondas de radio.

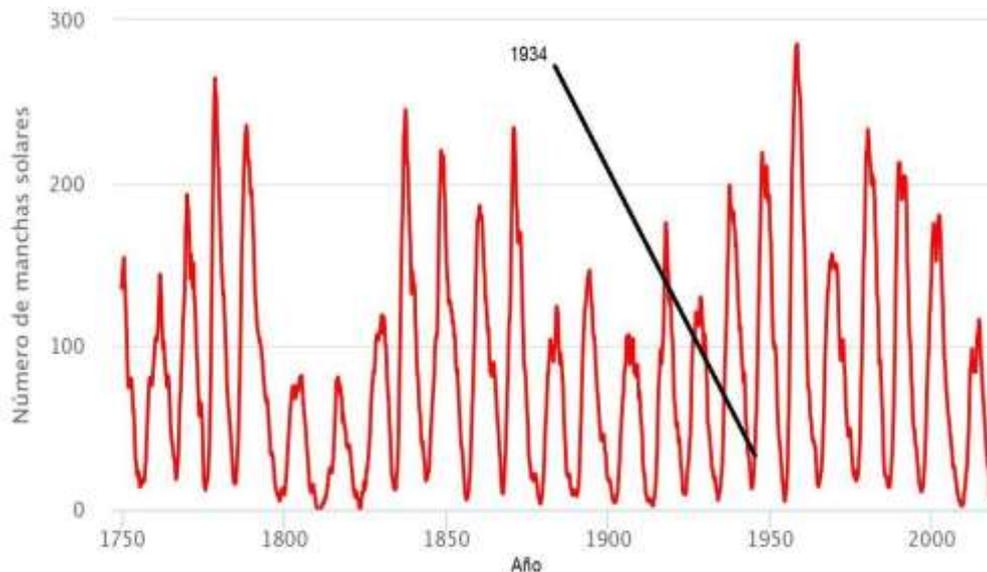


Figura 8: Intensidad de la Actividad Solar desde 1750 (como número de manchas)

Ya que el buque se ubicaba a una latitud boreal, los técnicos de turno quizás intentaron aprovechar la presencia de una posible capa de aurora en la exósfera para comunicarse con Bergen al emitir a una frecuencia UHF, para cubrir los casi 4000 km de distancia.

Surge una nueva pregunta. ¿Sería posible que los noruegos supieran que requerían emitir a una frecuencia UHF para comunicarse con Bergen? Tal vez sí. El mapeo de las capas atmosféricas útiles para la propagación de ondas de radio se realiza empleando ionosondas. Estos aparatos fueron inventados en 1925 y perfeccionados en los años venideros ^[13]. Dichos equipos emiten pulsos cortos de ondas de radio hacia la atmósfera cubriendo una determinada banda del espectro electromagnético, para luego graficar la altura de reflexión según la frecuencia, a partir de los ecos recibidos tras el rebote ^[14].

En Escandinavia, es pionero en esta tecnología el Observatorio Geofísico de Tromsø (OGT). El mismo fue fundado como una sección del Instituto Noruego de Física Cósmica en 1928, aunque bajo otro nombre. Es lógico pensar que los datos publicados por el OGT hayan sido considerados por Telegrafverket para comunicarse con el SS Stavangerfjord.

Por último, las siglas T.S.F. que mencionan los ummitas corresponden traducidas del francés a T.S.H. – “telegrafía sin hilos” –. Se trata del concepto tecnológico a partir del cual se desarrolló la radiodifusión actual. Las transmisiones inalámbricas a principios del siglo XX empleaban esta metodología basada en pulsos de largo diferente, identificables a partir de la clave Morse (la cual puede emitirse en frecuencias de 3 kHz a 250000 MHz).

Esto se mantuvo hasta el desarrollo de la amplitud modulada (AM), que permitió finalmente transmitir correctamente sonido a través de ondas de radio. Telegrafverket optó desde principios del siglo XX por desarrollar sus comunicaciones vía T.S.H. El buque SS Stavangerfjord seguramente debía tener incorporada esta tecnología.

Conclusiones:

- Se reafirma la posible participación de Telegrafverket al mencionarse la T.S.H.
- La actividad solar de 1934 fue muy baja, reduciendo la reflectividad ionosférica.
- Esto pudo ser conocido de antemano por Telegrafverket con datos del OGT.
- El experimento de comunicación debió diseñarse para aprovechar capas de aurora.
- Ondas de 413,44 MHz solo pueden reflejarse si existe dicho fenómeno.
- Probablemente la inhomogeneidad de esta capa permitió su salida al espacio.

Referencias Bibliográficas:

1-Huurdean, A. A. (2003). *The Worldwide History of Telecommunications*. New York, USA – *Wiley-IEEE Press*, ISBN 978-0-471-20505-0.

2-Brittain, J. E. (1996). *Scanning the Past – Reginald A. Fessenden and the Origins of Radio*. *Proceedings of the IEEE*, 84(12), 1852 – 1853.

3-Saakian, A. S. (2011). *Radio Wave Propagation Fundamentals*. – London, UK – *Artech House*, ISBN 9781608071371.

4-Sizun, H. (2005). *Radio Wave Propagation for Telecommunication Applications*. Berlin, Germany – *Springer*, ISBN 978-3-540-26668-6.

5-Rawer, K. (1993). *Wave Propagation in the Ionosphere*. Dordrecht, Netherlands – *Kluwer Academic Publications*, ISBN 0-7923-0775-5.

6-Chapagain, N. P. (2016). *Ionosphere and Its Influence in Communications Systems. Symmetry, An Annual Publication of Central Department of Physics, Tribhuvan University*, Volume X.

7-Jones, E. C. *The Basics of Radio Wave Propagation*. *University of Tennessee*.

8-Mosby, H. (1957). Bjorn Helland-Hansen (1877 – 1957).

9-Dickson, B., & Østerhus, S. (2007). *One Hundred Years in the Norwegian Sea*. *Norwegian Journal of Geography*, 61(2), 56 – 75.

10-Passenger and Crew Lists of Vessels Arriving at New York, New York, 1897-1957. *Records of the Immigration and Naturalization Service – National Archives at Washington, D.C*, Microfilm Publication T715, 8892 Rolls, NAI: [300346](#).

11-Atnafu, D., Getachew, T., & Argaw, T. (2016). *Effect of Ionosphere on Radio Wave Propagation*. *International Journal of Research*, 3(9), 65 – 74.

12-Balannis, C. A. (1992). *Antenna Theory: a Review*. *Proceedings of the IEEE*, 80(1), 7 – 23.

13-Breit, G, & Tuve M. A. (1926). A Test of the Existence of the Conducting Layer. *Physical Review*, 28, 554 – 580.

14-Davies, K. (1965). Ionospheric Radio Propagation. US Department of Commerce – *National Bureau of Standards Monograph 80*.