

Fritz Haber en el contexto científico, social y cultural de su tiempo

Joaquín Pérez Pariente,
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP-CSIC)

Facultad de Química, Universidad de Barcelona, 7
de noviembre de 2018

Fritz Haber (1868-1934), químico

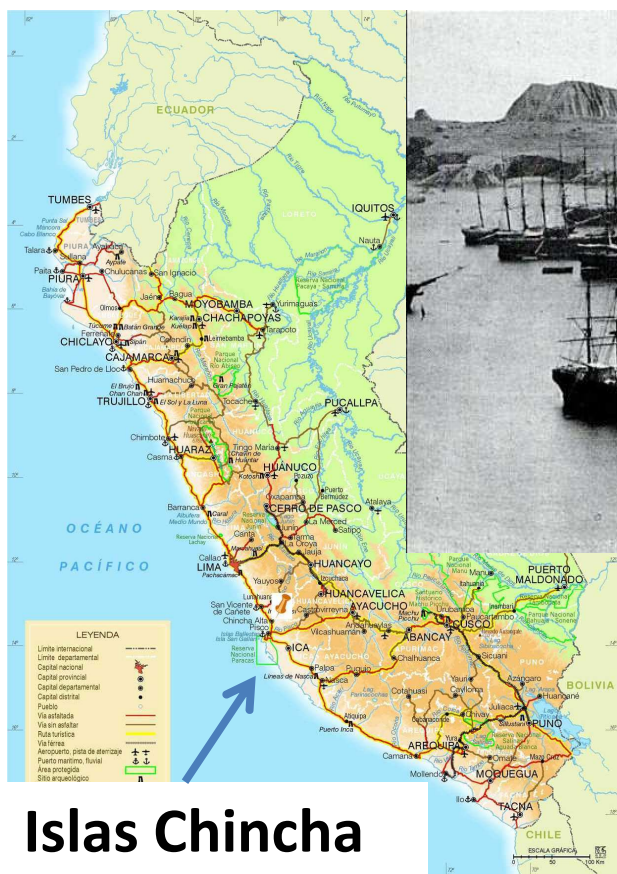
Promotor y organizador del empleo de gases tóxicos en la Primera Guerra Mundial



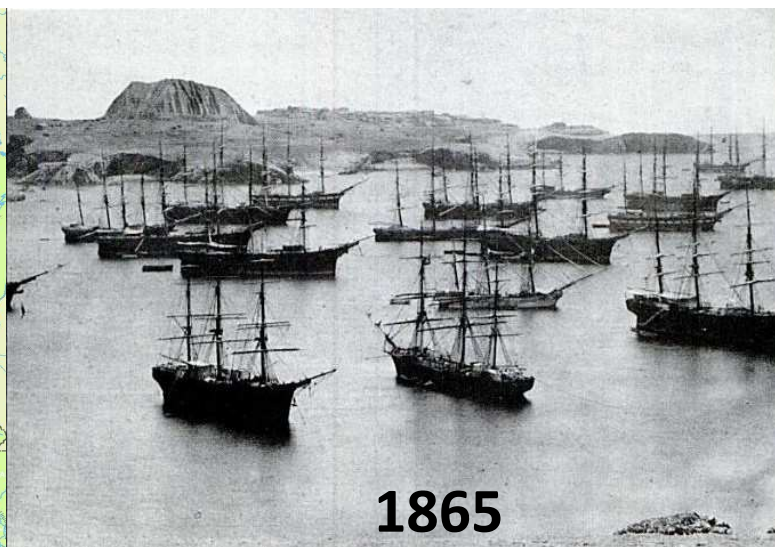
Síntesis del amoníaco (abonos), premio Nobel en 1918.

**Mas allá del “mito” Haber:
contextualizar su vida y su obra**

El comercio del guano en Perú (1840-1874)



Islas Chincha



1865



**Guano, el mejor fertilizante del mundo (11-16% N; P y K); .
Alrededor de 11 Mt extraídas.
Depósitos agotados en 1874.**



Explotación de depósitos de nitrato de sodio (roca=*Caliche*) en el norte de Chile, desde 1830, para fabricar pólvora y como fertilizante.

Caliche: mezcla de nitratos y carbonatos, 500 ppm de iodo.

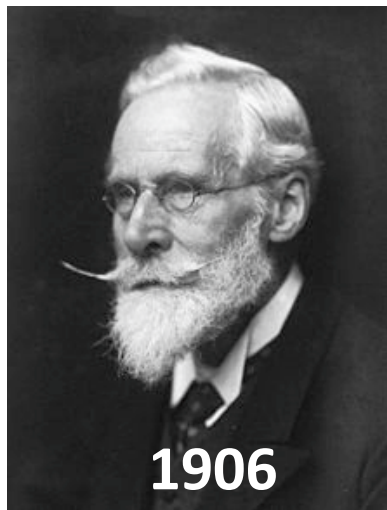
Guerra del Pacífico entre Chile, Perú, y Bolivia (1874-1879). Victoria de Chile apoyado por Inglaterra; Chile se anexionó territorios de esos dos países.



1900: 1,4 Mt de salitre, 2/3 de la producción mundial de fertilizantes; 1/3 importado por Alemania.



Iquique, capital de la región salitrera de Chile. Escuela Domingo Santa María, en la que tuvo lugar una matanza de obreros del salitre en 1907. + 1000 muertos.



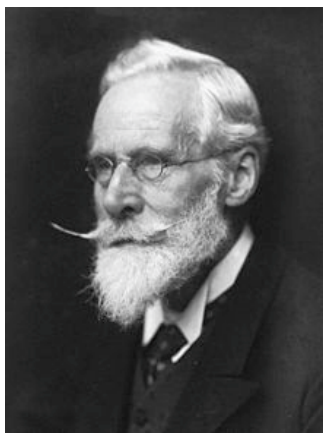
William Crookes
(1831-1919). Talio,
tubo de rayos
catódicos.

Conferencia presidencial ante la Sociedad Británica para el Avance de la Ciencia, Bristol, septiembre 1898: *“El Problema del Trigo”*.

Estimó la duración de las reservas de nitrato de Chile en 20-50 años.

“La fijación del nitrógeno es una cuestión de un futuro cercano...a menos que lo convirtamos en certeza, la gran raza caucásica dejará de ocupar un lugar destacado en el mundo, y será eliminada de la existencia por razas para quienes el pan de trigo no es el bastón de la vida”.

Investigaciones psíquicas de Crookes



These, then, are some of the subjects, weighty and far-reaching, on which my own attention has been chiefly concentrated. Upon one other interest I have not yet touched—to me the weightiest and the farthest reaching of all.

No incident in my scientific career is more widely known than the part I took many years ago in certain psychic researches. Thirty years

ADDRESS

BY
SIR WILLIAM CROOKES, F.R.S., V.P.C.S.
PRESIDENT.

For the third time in its history the British Association meets in your City of Bristol. The first meeting was held under the presidency of the Marquis of Lansdowne in 1836, the second under the presidency of Sir John Hawkshaw in 1875. Formerly the President unrolled to the meeting a panorama of the year's progress in physical and biological sciences. To-day the President usually restricts himself to specialities connected with his own work or deals with questions which for the time are uppermost. To be President of the British Association is undoubtedly a great honour. It is also a great opportunity and a great responsibility; for I know that, on the wings of the Press, my words, be they worthy or not, will be carried to all points of the compass. I propose first to deal with the important question of the supply of bread to the inhabitants of these Islands, then to touch on subjects to which my life work has been more or less devoted. I shall not attempt any general survey of the sciences; these, so far as the progress in them demands attention, will be more fitly brought before you in the different Sections, either in the Addresses of the Presidents or in communications from Members.

Before proceeding with my address I wish to refer to the severe loss the British Association has sustained in the death of Lord Playfair. With Sir John Lubbock and Lord Rayleigh, Lord Playfair was one of the Permanent Trustees of our Association, and for many years he was present at our meetings. It would be difficult to overrate his loss to British science. Lord Playfair's well-matured and accurate judgment, his scientific knowledge, and his happy gift of clothing weighty thoughts in persuasive language, made his presence acceptable, whether in the council chamber, in departmental enquiries, or at light social gatherings, where by the singular laws of modern society, momentous announcements are sometimes first given to the world. Lord Playfair (then Sir Lyon

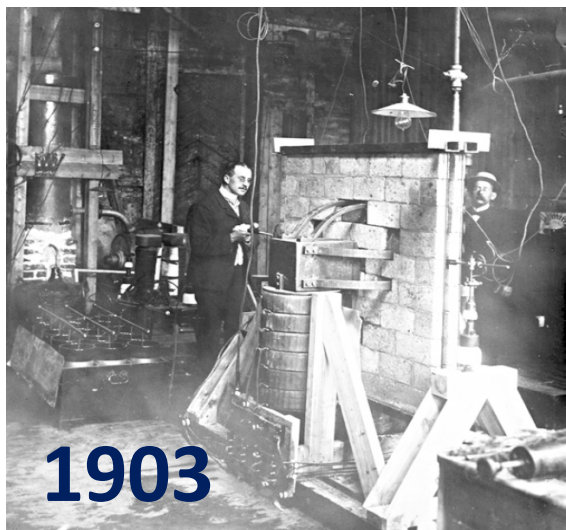
30

REPORT—1898.

have passed since I published an account of experiments tending to show that outside our scientific knowledge there exists a Force exercised by intelligence differing from the ordinary intelligence common to mortals. This fact in my life is of course well understood by those who honoured me with the invitation to become your President. Perhaps among my

A. Mülberger (ed.), *Los límites de la ciencia: espiritismo, hipnotismo y el estudio de los fenómenos paranormales (1850-1930)*, CSIC, 2016

Fijación del nitrógeno atmosférico. Procesos con arcos eléctricos



1903
Instalación experimental
Birkeland-Eyde, Noruega



**Kristian
Birkeland
(1867-1917)**



**Samuel Eyde
(1866-1940)**

Proceso Birkeland-Eyde: Descarga eléctrica entre dos electrodos en presencia de un campo electromagnético. 2-3% de óxido nítrico. Alto consumo de energía eléctrica!!!

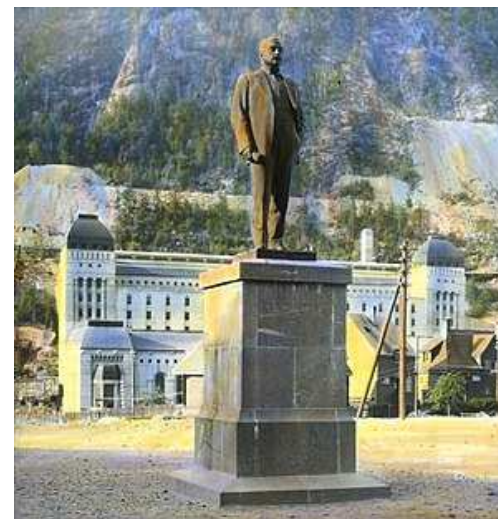


Ácido nítrico + caliza = nitrato de calcio, abono



Heinrich von Brunck (1847-1911) Director de BASF; desarrollo del índigo sintético en 1897, 17 años y 20 M marcos.

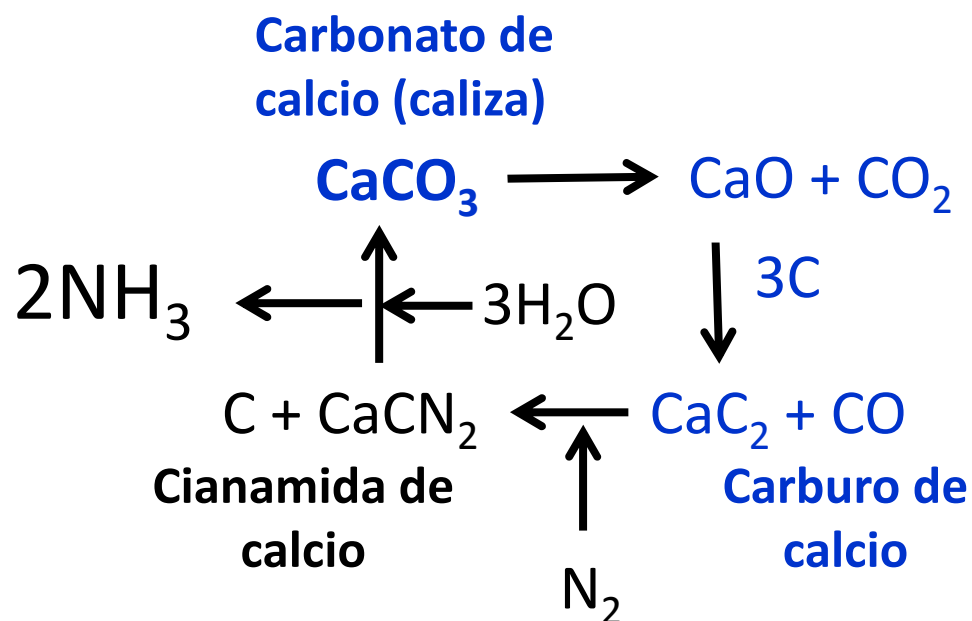
Brunck inició en 1896 un proyecto en BASF sobre la fijación de nitrógeno mediante el proceso del arco eléctrico.



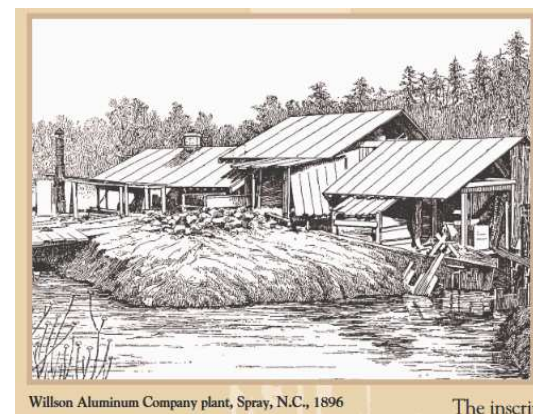
Estatua de Samuel Eyde en Rjukan (Noruega), erigida en 1920.

Birkeland y Eyde fundan la compañía Norsk Hydro en 1905. Acuerdo con BASF en 1906 para explotar la tecnología en Rjukan. BASF se retiró en 1911. 71.000 T de nitrato de calcio producidas por Norsk Hydro en 1912.

Método de la cianamida de calcio para obtener amoniaco



En 1898, los químicos alemanes A. Frank y N. Caro sintetizaron la cianamida de calcio. Libera amoniaco en el suelo, se puede usar como fertilizante. Muy alto consumo de energía eléctrica. Producción: 196.000 T en 1912, el 20% en Alemania.



Síntesis industrial de carburo de calcio por Thomas Willson en 1892, en USA.



Adolph Frank
(1834-1916)

Síntesis de amoniaco a partir de nitrógeno e hidrógeno



Wilhelm Ostwald (1853-1932).

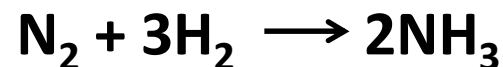
Alemán, Premio Nobel de química en 1909 por sus estudios sobre catálisis, equilibrios químicos y velocidades de reacción.

Motivado por la guerra de los Boers en Sudáfrica (temor a que la flota británica interrumpiese las importaciones alemanas de nitrato de Chile), estudió la síntesis del amoniaco a partir de nitrógeno e hidrógeno. El 12 de marzo de 1900 notificó a varias compañías alemanas que lo había logrado. BASF se mostró interesada y encargó a Carl Bosch que comprobase los resultados. El amoniaco formado provenía de impurezas de nitruro de hierro del catalizador. Ostwald retiró la solicitud de patente, y nunca más trabajó en ese tema.

Síntesis de amoniaco a partir de nitrógeno e hidrógeno. Los experimentos de Le Chatelier en Francia



Henry Louis Le Chatelier
(1850-1936). Estudios
sobre el equilibrio
químico.



Intentó la síntesis del amoniaco a alta presión, a 200 atm y 600 °C., utilizando hierro como catalizador. El equipo estalló por la entrada de aire y abandonó esos estudios. Patente el 2/09/1901, que no mantuvo. Solo señaló la existencia de esos estudios en 1917, desconocidos por Haber.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 164, 16 avril (1917) 588-590.

Fritz Haber



Primera fotografía de Haber.

9/12/1868-29/01/1934.
Nació en Breslau (Prusia oriental), en el seno de una familia de comerciantes judíos, liberal.



Breslau, finales s. XIX

El Imperio Alemán establecido en 1871. Ciencia y tecnología al servicio de la fortaleza de la nación. Haber se educó en un ambiente de intenso nacionalismo

“...solo queremos un límite, el límite de nuestra propia capacidad...primero, iré a la universidad..”

Haber en la universidad



Fritz Haber al graduarse en la universidad.

1886-1888. Estudia en las universidades de Berlín y Heildeberg. 1888-1889: servicio militar. 1891: se graduó en Berlín, con formación en química orgánica, que no le gustaba. Se interesó por la química física. No es aceptado por Ostwald. Negocio familiar hasta 1892. 1892-1894: asistente de química orgánica en Jena.

Frecuentes ataques de ansiedad. Se convierte al cristianismo (protestante) en Jena en noviembre de 1892: entusiasmo por Bismarck y la nación alemana, *“nos sentíamos 100% alemanes”*



Iglesia de San Miguel, Jena

Fritz Haber en Karlsruhe



Carl Engler, rector de la Universidad Técnica de Karlsruhe. Miembro del Consejo de BASF desde 1903. Parlamentario. Mentor de Haber.

Diciembre de 1894. Asistente en el Instituto de Química de la Universidad Técnica de Karlsruhe. Investigación en electroquímica (libro en 1898), termodinámica. 17 publicaciones en 1904-1905. Libro sobre termodinámica en 1905. Viaje a Estados Unidos en 1902. Catedrático en agosto de 1906, con el apoyo de Engler.



BASF en Ludwigshafen, 1881



Karlsruhe, 1900

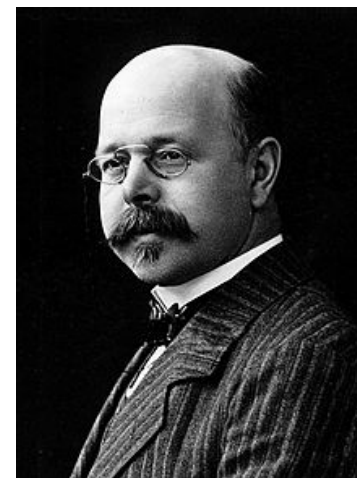


Grupo de Haber en 1909

Inicio de los estudios de Haber sobre síntesis del amoníaco

En 1903/1904, los hermanos Otto y Robert Margulies, propietarios de la empresa Austrian Chemical Works, proponen a Haber que investigue la síntesis de amoníaco a partir de sus elementos. Estudios a P atmosférica y 1000°C. Muy poco amoníaco. Publicación en 1905.

Nernst replica los resultados de Haber pero trabajando a $P = 30-75 \text{ atm}$, y $T = 700-1000 \text{ °C}$, y los encuentra incorrectos. Carta a Haber en el otoño de 1906. Ambos presentan sus resultados en la reunión de la Sociedad Bunsen en mayo 1907. Desacuerdo, valores de concentración de amoníaco menores que los de Haber.



Walther Nernst (1864-1941). Premio Nobel de química en 1920



Robert Le Rossignol
(1884-1976).

Químico británico, graduado UCL en 1905, con Ramsay. Muy hábil en ingeniería mecánica. Con Haber sept 1906-agosto 1909. Repitió los ensayos previos de Haber. 1907: exp a $P = 30$ atm, diseña la válvula de aguja y el sistema de recirculación del N_2 e H_2 , separando el NH_3 mediante condensación.

Carl Engler puso en contacto a Haber con BASF. Dos contratos el 6 de marzo de 1908, uno sobre el proceso de arco y el otro sobre la síntesis de amoníaco. Marzo de 1909, osmio como catalizador: 1 cm^3 amoníaco/min! Visita de BASF: director general (Brunck), técnico y Carl Bosch, este considera posible llevar el proceso a escala industrial.

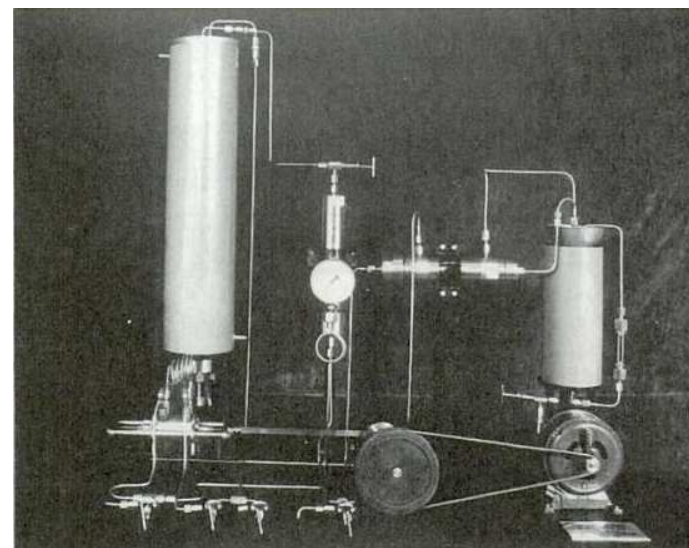


Abb. 4 Haber-Le Rossignol-Apparatur zur Ammoniaksynthese



Requerimientos de BASF para proseguir el estudio:

1. Catalizador más común. Marzo-julio de 1909: el uranio, más abundante, es buen catalizador.
2. Funcionamiento prolongado. El 2 de julio, Bosch y Alwin Mittasch visitan el laboratorio de Haber. Con 100g de osmio, producen 120 cm³ amoniaco/hora, durante 5 horas. BASF decide llevar el proceso a escala comercial.

Haber comunicó públicamente su descubrimiento el 18 de marzo de 1910, en una conferencia en Karlsruhe: *“Haciendo que el nitrógeno sea utilizable”*. Mencionó el empleo de osmio y uranio, y el desarrollo industrial a cargo de BASF.

El desarrollo industrial en BASF



Carl Bosch (1874-1940). 1894-1896: Estudios de Ingeniería mecánica; 1896-1898, química en la Universidad de Leipzig. Entra en BASF en 1899. A cargo de las investigación de la empresa sobre fijación de nitrógeno desde 1901. BASF le encargó al dirección del proyecto de síntesis de amoníaco. Director ejecutivo de BASF en 1919. Premio Nobel de química en 1931 por sus estudios sobre síntesis a alta presión.

Equipo de 180 especialistas. Mittasch se encargó del desarrollo de catalizadores comerciales. Concepto de promotor. 6.500 exp., 2.500 catalizadores hasta 1912. Fe/Al/Ca. Desarrollo industrial completado entre 1910 y 1913.



**Alwin Mittasch
(1869-1953)**

Amoniaco utilizado para producir ácido nítrico y nitrato para explosivos.



Die Ammoniakfabrik der BASF in Oppau. Gemälde von Otto Bollhagen, 1914. Ludwigshafen, Unternehmensarchiv BASF

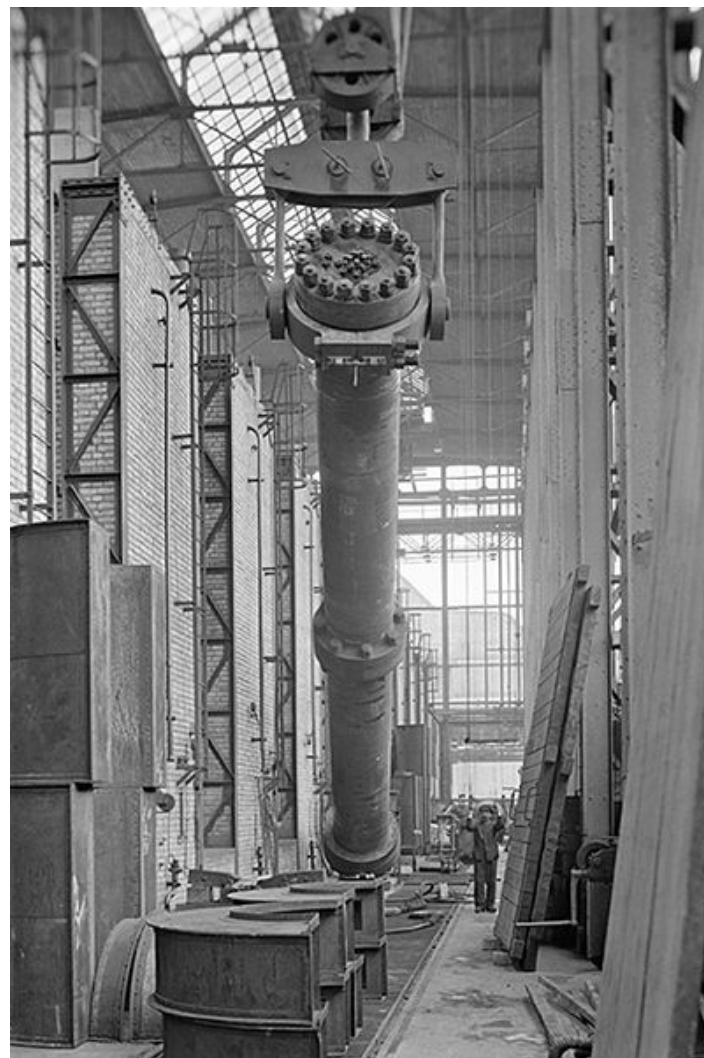
Planta de producción de amoniaco en Oppau, operativa en septiembre 1913. 250 T/día de amoniaco.

2ª Planta de producción de amoniaco de BASF en Leuna, operativa abril 1917. Producción de nitrato. 160.000 T/año al final de la Primera Guerra Mundial, 1918.





Reactor utilizado en 1921
para la producción de
amoniaco, [Karlsruhe Institute
of Technology](http://www.kit.edu).



Reactor para la síntesis
de amoniaco en Oppau,
1913.

Haber en Berlín

Se funda en 1911 la Sociedad Kaiser Guillermo para el Avance de la Ciencia, promovida por el emperador Guillermo II bajo la influencia del teólogo luterano Adolf von Harnack. Competir con otras naciones en la carrera por la ciencia y la tecnología. Fundación de Institutos financiados por empresas privadas y el gobierno.



Adolf von Harnack
(1851-1930)

“El liderazgo en el campo de la ciencia ...es de la mayor importancia desde el punto de vista político, por no mencionar sus beneficios económicos....cuando (la investigación científica alemana) reciba las mismas armas que poseen los extranjeros, será no solamente igual a ellos; ganará nuevas pacíficas victorias!”

Adolf von Harnack, discurso ante Guillermo II, 1909.

El banquero judío Leopold Koppel financió la construcción del Instituto de Química Física y Electroquímica, y propuso el nombramiento de Haber como director. Marcha a Berlín el 11 de julio de 1911. Según su amigo R. Willstätter, en Berlín *“Haber completa su transformación de un gran investigador a un gran alemán”*.



Inauguración de los dos institutos del campus de Dahlem en octubre de 1912 por el emperador Guillermo II. Adolph von Harnack a la derecha.

**Agosto
1914**

BRITAIN DECLARES WAR.
GERMANY REMAINS DEFIANT.
TROOPS ENTER BELGIUM.
RUSSIA FRANTIC WITH DELIGHT
ENTHUSIASM IN FRANCE.

LONDON, Wednesday.
War has been declared between Britain and Germany.
The Government has issued a declaration of the neutrality of Bel-



Llamada al mundo de la cultura! (Manifiesto al mundo civilizado). Declaración del 4 de octubre de 1914 firmada por 93 científicos y personalidades alemanas en apoyo de las acciones militares de Alemania.



“Como representantes de la ciencia y del arte alemán, los abajo firmantes protestamos solemnemente ante el mundo civilizado por las mentiras y calumnias con que nuestros enemigos intentan ensuciar la justa y noble causa de Alemania en la dura lucha que nos han impuesto y que amenaza nada menos que nuestra existencia. ... No es verdad que Alemania haya provocado esta guerra... No es verdad que la lucha contra lo que se llama nuestro militarismo no está dirigida contra nuestra Kultur. Sin nuestro militarismo, nuestra Kultur habría sido aniquilada hace ya mucho tiempo.”

Firmantes, 10 Premios Nobel: Artistas: M. Lieberman (pintor), M. Reinhardt (dramaturgo). Científicos: A. Baeyer, F. Haber, R. Willstätter, P. Erlich, M. Planck, W. Roentgen, W. Ostwald, W. Nernst, K. Engler.....

Primera Guerra Mundial: 28 de julio 1914-11 noviembre 1918



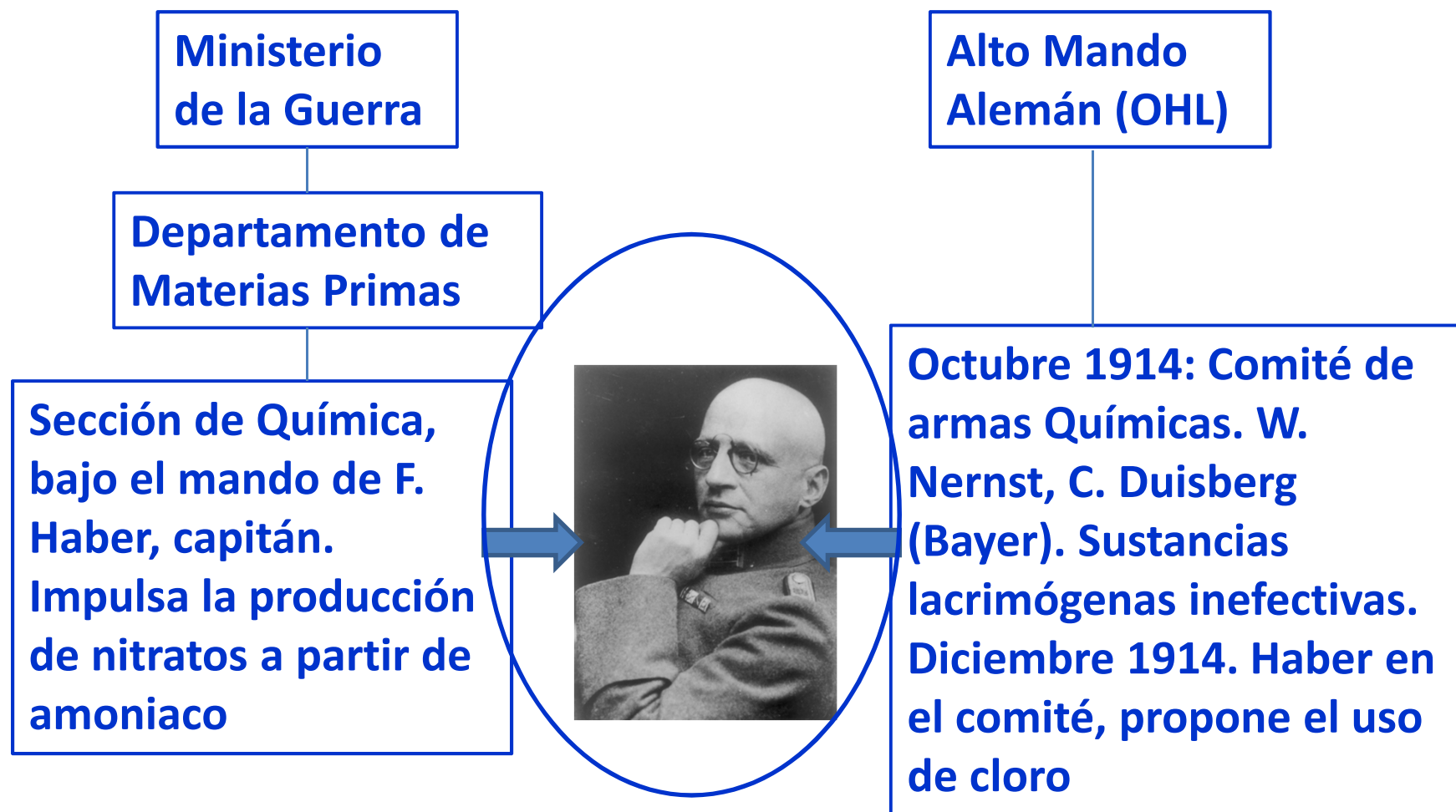


El inicio de la guerra química

Las convenciones de La Haya de 1899 y 1907 prohibían el uso de “proyectiles cuyo único objeto sea dispersar gases asfixiantes o nocivos.. ”...venenos o armas envenenadas”

Agosto 1914-marzo 1915: el ejército francés fue el primero en utilizar armas químicas, la sustancia lacrimógena y tóxica bromoacetato de etilo lanzada con proyectiles y granadas. Alemania organiza su propio programa de desarrollo de armas químicas.

Haber en la alta dirección de la guerra química



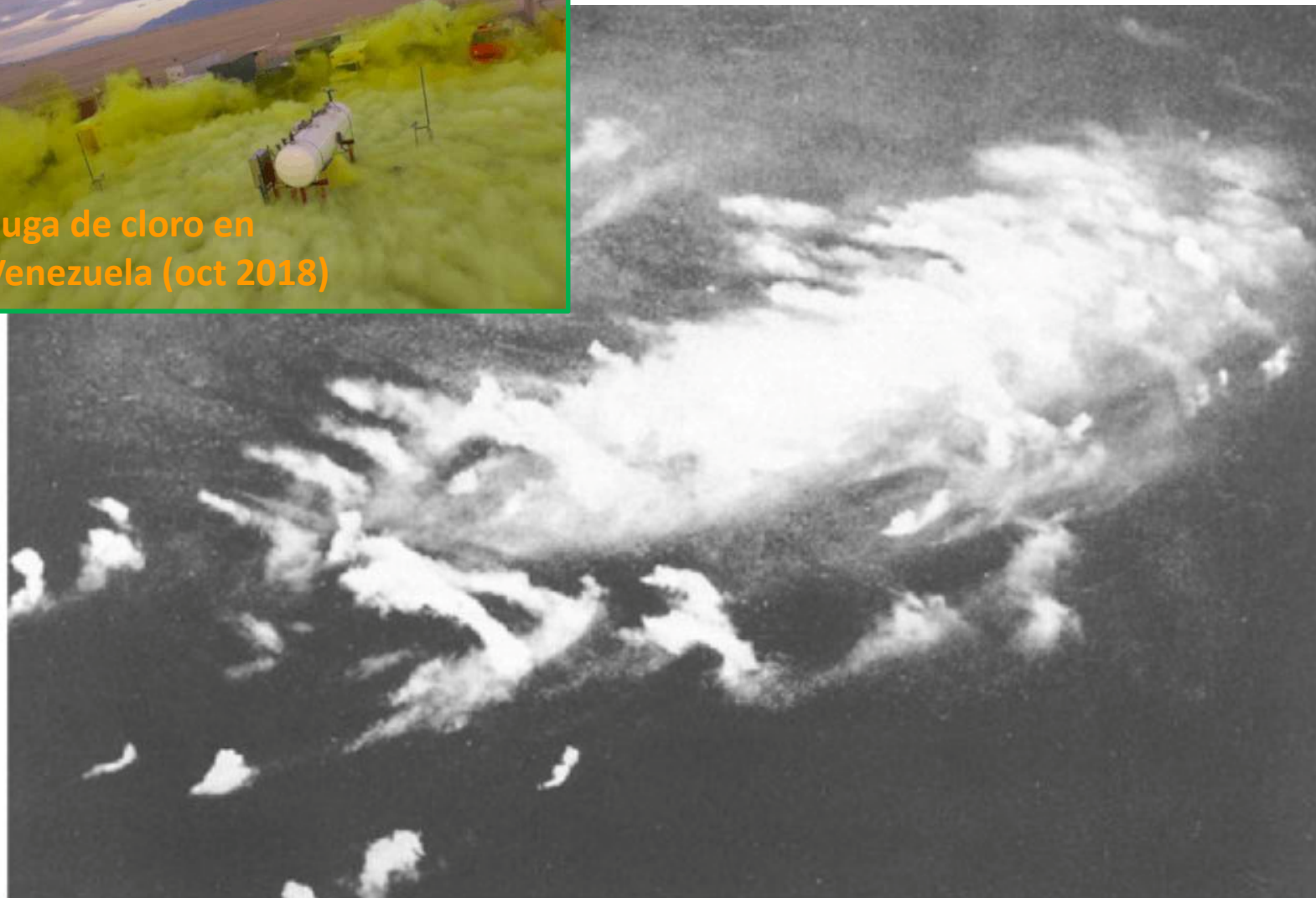


El 22 de abril de 1915, los alemanes liberan 150 t de cloro (5.000 bombonas a lo largo de 6 km) sobre las tropas francesas en el saliente de Ypres. 1000 muertos y 5000 heridos.





Fuga de cloro en
Venezuela (oct 2018)



Vista aérea de la nube de cloro liberada por las
topas alemanas el 22 de abril de 1915 en Ypres.
Photo: Martinetz 1996, VIII



THE ELIXIR OF HATE.

KAISER. "FAIR IS FOUL, AND FOUL IS FAIR;
HOVER THROUGH THE FOG AND FILTHY AIR."

Ilustración de la revista satírica británica *Punch*, 5 mayo 1915, 343.

TO CERTAIN GERMAN PROFESSORS OF CHEMICS.

WHEN you observed how brightly other tutors
Inspired the yearning heart of Youth;
How from their lips, like Pilsen's foaming pewters,
It sucked the fount of German Truth;
There, in your Kaiserlich laboratory,
"We too," you said, "will find a task to do,
And so contribute something to the glory
Of God and WILLIAM TWO.

"Bring forth the stink-pots. Such a foul aroma
By arts divine shall be evoked
As will to leeward cause a state of coma
And leave the enemy blind and choked;
By gifts of culture we will work such ravages
With our superbly patriotic smells
As would confound with shame those half-baked
savages,
The poisoners of wells.

Good! You have more than matched the rival pastors
That tute a credulous Fatherland;
And we admit that you are proved our masters
When there is dirty work in hand;
But in your lore I notice one hiatus:
Your KAISER's scutcheon with its hideous blot—
You've no corrosive in your apparatus
Can out that damnéd spot! O. S.

Clara Immerwahr (Haber) (1870-1915)



Origen judío. Dra. en química en la Universidad de Breslau, 1900. Primera doctora de esa universidad. Director: Richard Abegg

Matrimonio con F. Haber en 1901. Se suicidó el 1 de mayo de 1915.

B. Friedrich and D. Hoffmann, Clara Immerwahr: A Life in the Shadow of Fritz Haber, en: B. Friedrich et al. (eds.), One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences, DOI 10.1007/978-3-319-51664-6_4



www.icp.csic.es/gtm

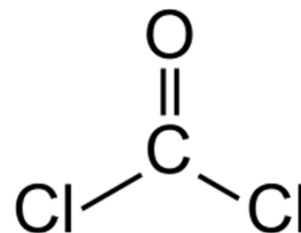
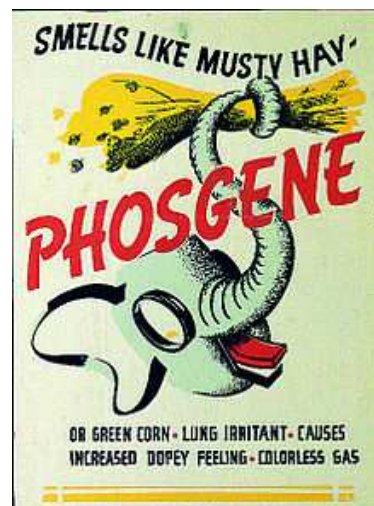


**Lápida en el cementerio de Basilea.
Memorial en honor de clara Haber en
el Instituto Fritz Haber, 2006**

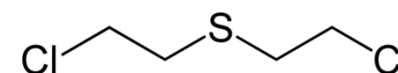
Instituto de
Catálisis y Petroleoquímica

Gases tóxicos en la Primera Guerra Mundial

Decenas de compuestos químicos utilizados, 176.000 T. Principales: Cloro, fosgeno y gas mostaza



22/11/1915
Francia
19/12/1915
Alemania



vesicante

12/7/1917
Alemania



**90.000 muertos por
armas químicas, 1%
del total. 1,3 M
heridos. El fosgeno
causó el 85% de las
víctimas mortales,
60% de ellas rusos.**





**El Instituto de Haber con barracones
circundantes, ca. 1917.**

**1917: 1.500 técnicos (150
científicos) (2.000 en 1918).
Militarización del instituto
durante la guerra.
Presupuesto multiplicado por
50.
1.000 científicos trabajando
en el programa de gases
tóxicos en toda Alemania.**

**Haber creó el complejo
académico-industrial-militar**

Científicos alemanes distinguidos involucrados en la guerra química

J. Franck

R. Wilstätter

F. Haber



G. Hertz



G. Just

O. Sackur

O. Hahn

H. Geiger

Integrados en unidades del ejército especializadas
en la guerra química



Inspección de las instalaciones de almacenamiento y ensayos de gases en Breloh, cerca de Münster, el 12 abril de 1918. el Capitán F. Haber es el 2º por la izda, y el primero es F. Kerschbaum, jefe del Departamento de Desarrollo de Armas Químicas del Instituto.

Haber sobre la guerra química

Poder

“Yo era uno de los hombres más poderosos de Alemania. Era más que el comandante de un gran ejército, más que un capitán de la industria. Yo era el fundador de industrias; mi trabajo era esencial para la expansión económica y militar de Alemania. Todas las puertas se abrían ante mi”. (1933)

Darwinismo social. Efectos psicológicos

“Una selección estricta divide a los hombres capaces de soportar presiones gracia a su disciplina respecto al gas y cumplir con sus obligaciones militares, de aquella masa inferior de soldados que colapsan y abandonan sus puestos de combate”

“Humanidad” de las armas químicas

Benedict Crowell, asistente del Ministro
de la Guerra, EE. UU., 1919.

“...Los registros muestran que cuando los ejércitos se equipan con máscaras y otros medios defensivos, solo el 3 o 4 % de las víctimas son mortales. Esto indica que el gas puede ser no solo uno de los implementos más efectivos de la guerra, sino uno de los más humanos”

Adolf Hitler se alistó en 1914. Herido (ceguera temporal) el 15 de octubre de 1918 en un ataque británico con gas mostaza cerca de Ypres.



Haber en la postguerra

1919. Concesión del premio Nobel de química de 1918.

Departamento de Química Coloidal: Herbert Freundlich

Departamento de Física Atómica: James Franck

1923. 2º Departamento de Química Física: M. Polanyi.

1920s. Estudio de plaguicidas.

1920-1926. Proyecto para recuperar oro de los océanos.

1933. Hitler, canciller de Alemania. Expulsión de los judíos del estado. Haber dimite como director del Instituto.

29 enero de 1934. Fallece en Basilea, Suiza.

Fiesta de despedida de James Franck en el Instituto, 1920.

Walter Grotrian, Wilhelm Westphal, Otto von Baeyer, Peter Pringsheim, Gustav Hertz



Hertha Sponer, Ingrid Franck, Lise Meitner,
Albert Einstein, James Franck, Fritz Haber, Otto Hahn

★ = Premios Nobel

El legado

Haber creó el complejo académico-industrial-militar



Máximo desarrollo en EE. UU. : “Durante los 20 meses en los que Estados Unidos estuvo involucrado en la guerra, el Departamento de Minería y el Ejército construyeron la mayor organización de científicos reunida en este país, quizás en el mundo”.

Proyecto Manhattan.

Pugna entre naciones

Carrera de armamentos

**Tecnología para resolver
problemas de la humanidad**

***“Es fácil condenar a Haber, pero es mucho más difícil hacer
un juicio justo sobre él”***

D. Stoltzenberg, 1994, biógrafo de Haber,

Gracias por su atención