

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

# **APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA CON REALIDAD AUMENTADA**

**EDUARDO MAURICIO ARAYA POBLETE**

Profesor Guía: **Ignacio Araya Zamorano**

Carrera: **Ingeniería de Ejecución en Informática**

NOVIEMBRE 2016

Pontificia Universidad Católica De Valparaíso  
Facultad De Ingeniería  
Escuela De Ingeniería Informática

# Indice

Indice.....	i
Resumen .....	iii
Abstract.....	iii
Lista de Figuras.....	iv
Lista de Tablas .....	v
Glosario de Términos .....	vi
1 Introducción .....	1
2 Definición del problema.....	2
2.1 Motivación .....	2
2.2 Objetivos del Proyecto .....	3
2.2.1 Objetivos Generales.....	3
2.2.2 Objetivos Específicos .....	3
3 Metodología Utilizada .....	4
3.1 Planificación .....	4
3.1.1 Carta Gantt.....	5
4 Marco teórico .....	6
4.1 ¿Qué es la Realidad Aumentada?.....	6
4.1.1 La Realidad Aumentada y la Educación .....	6
4.2 Herramientas de desarrollo .....	7
4.2.1 Unity 3D .....	7
4.2.2 3ds max 2014 .....	7
4.2.3 Vuforia SDK.....	7
4.2.4 Android SDK .....	8
4.3 Trabajos relacionados.....	9
5 Solución propuesta .....	10
6 Especificación de Requerimientos.....	13
6.1 Requerimientos Funcionales .....	13
6.2 Requerimientos No Funcionales .....	13
6.3 Modelo de casos de Uso .....	14
6.3.1 Modelo de caso de uso General.....	14
6.3.2 Modelo de caso de uso Ver información.....	15
6.3.3 Modelo de caso de uso Estudiar .....	16
6.3.4 Diagrama Narrativo Ver información .....	17
6.3.5 Diagrama Narrativo Estudiar .....	18
6.3.6 Diagrama de secuencia Visualizar elemento.....	19
6.3.7 Diagrama de secuencia Visualizar compuesto.....	20
6.3.8 Diagrama de Bases de Datos .....	20
7 Bosquejo de Interfaces .....	21
7.1 Interfaz Principal .....	21
7.2 Interfaz Información.....	22
7.3 Interfaz de Instrucciones.....	23

7.4 Interfaz Detalles de Aplicación .....	24
7.5 Interfaz Estudiante .....	25
7.6 Interfaz elección grupo de elementos a conocer. ....	26
7.7 Interfaz elección grupo de compuestos a conocer.....	27
7.8 Interfaz Escaneo de elementos. ....	28
7.9 Interfaz escaneo de compuestos. ....	29
8 Conclusión .....	30
9 Referencias.....	31

## Resumen

La química es una ciencia que estudia la composición y las propiedades de la materia. También analiza las transformaciones que ésta experimenta sin que se alteren los elementos que la componen.

En términos de comprensión y análisis para los alumnos, se convierte en un tema difícil de comprender. Por esta razón, se ha planteado como objetivo el crear una aplicación móvil que será utilizada como una interfaz educativa, en donde se utilizará la tecnología de la realidad aumentada, logrando así una manera de enseñanza más didáctica a escolares que están terminando la enseñanza básica y comenzando su enseñanza media.

Se representará la interacción de elementos para la creación de compuestos, logrando estimular habilidades cognitivas de los alumnos que utilizarán la aplicación.

En el presente informe se realiza la descripción del problema y como dar una solución a este mismo, la arquitectura en la cual nos basaremos para desarrollar la aplicación, los requerimientos necesarios para el usuario, los riesgos que se presentan a lo largo del desarrollo de la aplicación, su factibilidad y su respectiva conclusión.

## Abstract

Chemistry is a science that studies the composition and properties of matter. Also analyzes the changes that this experience without the elements that compose it are altered.

In terms of understanding and analysis to the students becomes a difficult subject to understand. For this reason, it has set targets for creating a mobile application that will be used as an educational interface, where will be used the technology of augmented reality, achieving a way to teach more didactic to students who are completing basic education and starting his secondary education.

Will be represented the interaction of elements to create of compounds, achieving stimulate cognitive skills of students who will be used the application.

In this present report will be performed the description fo the problem and how to give a solution to this same, the architecture in which we rely to develop the application, the requirements necessary for the user, the risks that present during the development of the application, its feasibility and its respective conclusion.

## Lista de Figuras

<b>Figura 3.1</b>	Diseño de la Metodología Utilizada.....	4
<b>Figura 3.2</b>	Diseño de la Carta Gantt.....	5
<b>Figura 4.1</b>	Ejemplo Realidad Aumentada.....	6
<b>Figura 5.1</b>	Ejemplo de Patrón utilizado con su información.....	10
<b>Figura 5.2</b>	Marcadores de Elementos utilizados en PeriodicAR.....	11
<b>Figura 5.3</b>	Plaqueta para la creación de compuestos.....	11
<b>Figura 5.4</b>	Marcador Elemento con respectivo modelo atómico.....	12
<b>Figura 5.5</b>	Marcador de compuesto con respectivo modelo.....	12
<b>Figura 6.1</b>	Modelo de Caso de uso general.....	14
<b>Figura 6.2</b>	Modelo de Caso de uso Ver información.....	15
<b>Figura 6.3</b>	Diagrama de secuencia Estudiar.....	16
<b>Figura 6.4</b>	Diagrama de secuencia Visualizar elemento.....	19
<b>Figura 6.5</b>	Diagrama de secuencia Visualizar compuesto.....	20
<b>Figura 6.6</b>	Diagrama de Bases de Datos.....	20
<b>Figura 7.1</b>	Interfaz Pantalla Principal.....	21
<b>Figura 7.2</b>	Interfaz Pantalla Información.....	22
<b>Figura 7.3</b>	Interfaz Pantalla Instrucciones.....	23
<b>Figura 7.4</b>	Interfaz Pantalla de Detalle.....	24
<b>Figura 7.5</b>	Interfaz Pantalla de Estudio.....	25
<b>Figura 7.6</b>	Interfaz Elección de Grupo para aprender sus elementos.....	26
<b>Figura 7.7</b>	Interfaz Pantalla Grupo Compuesto a conocer.....	27
<b>Figura 7.8</b>	Interfaz Escaneo de patrones.....	28
<b>Figura 7.9</b>	Interfaz Escaneo de Compuesto.....	29

## **Lista de Tablas**

<b>Tabla 6.1</b>	Requerimientos funcionales.....	13
<b>Tabla 6.2</b>	Requerimientos no funcionales.....	13
<b>Tabla 6.3</b>	Diagrama Narrativo Ver información.....	17
<b>Tabla 6.4</b>	Diagrama Narrativo Estudiar.....	18

## **Glosario de Términos**

API: Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones), es un conjunto de funciones y procedimientos o métodos que ofrece cierta librería para ser utilizado por otro software como capa de abstracción.

APK: Es la extensión que hace referencia a un tipo de formato para archivos Android, en la mayoría de los casos se trata de aplicaciones o juegos, que permite instalarlos en nuestro dispositivo sin necesidad de utilizar Google Play. Este formato es una variante del formato JAR de Java.

TIC's: Tecnologías de la información y la comunicación.

SDK: Software Development Kit (Kit de Desarrollo de Software), es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones para un sistema concreto.

RF:Requisito Funcional.

RF:Requisito no Funcional.

# 1 Introducción

La educación es un tema de gran importancia dentro de nuestra sociedad, ya que al tener una buena base académica en los primeros años de nuestra vida, llegaremos a tener una gran potencial en oportunidades en el ámbito laboral y profesional, por ende, las herramientas de aprendizaje pueden tener un rol importante para los alumnos del siglo XXI.

El presente proyecto estará enfocado en utilizar de una mejor manera las tecnologías actuales de aprendizaje de las ciencias químicas en establecimientos educacionales de distintos niveles socioeconómicos, para potenciar la enseñanza de esta asignatura, la cual llevará a un estudio más fácil y didáctico. Para lograr el aprendizaje esperado se usará, lo que actualmente se conoce como realidad aumentada, la cual consiste en combinar el mundo real con el virtual. Esta se logra mediante un proceso informático, mejorando la experiencia visual.

Viendo que cada vez esta tecnología tiene mayores avances, estos podrán ser integrados de una mejor manera en las aulas de los establecimientos, a medida que las brechas tecnológicas disminuyan y así motivar el uso de nuevas tecnologías.

Se realizará un estudio de las metodologías utilizadas por profesores para enseñar a sus alumnos, respecto a ese análisis se desarrollará una herramienta que será utilizada como un complemento, sin reemplazar los métodos actuales de enseñanza.

Por este motivo utilizaremos los elementos químicos de la tabla periódica [1] la cual es fundamental para el aprendizaje de esta asignatura.

El presente informe dará a conocer una forma de desarrollo de un software para dispositivos móviles, enfocado para los alumnos de la enseñanza básica, principalmente alumnos de séptimo y octavo año puesto que en estos grados es donde se empieza a utilizar y enseñar la tabla periódica.

## **2 Definición del problema**

La problemática se centra especialmente en la necesidad de los estudiantes de llevar a cabo el estudio de diversos elementos de la tabla periódica y en la formación de compuestos químicos. Es de suma importancia para ésta el aprendizaje de reglas de nomenclatura asignadas por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) donde simplifican la rotulación e identificación de diversos compuestos químicos.

La metodología que implementaremos en este trabajo se enfocará principalmente en la estructura y la exposición de elementos químicos de la tabla periódica en su totalidad y los compuestos químicos inorgánicos de dos a tres elementos.

### **2.1 Motivación**

La idea central de esta aplicación surge de la necesidad de instalar una herramienta de apoyo para que el aprendizaje sea más interactivo para los estudiantes, vale decir utilizando TIC's, en especial cuando se inicia con el tema de la Tabla Periódica, puesto que, al igual que en cualquier rama de estudio una buena motivación inspira a los niños y jóvenes a tener un hábito de estudio.

A razón de que en la actualidad ya desde los 10 años se tienen un Smartphone [2], hemos tomado la decisión de desarrollar una aplicación móvil para éstos con sistema operativo Android.

Por otra parte tenemos la motivación de mejorar y complementar el proyecto realizado por alumnos de Ingeniería Ejecución Informática de la Pontificia Universidad Católica De Valparaíso “Aprendizaje de la Química con Realidad Aumentada”, enfocado para los alumnos de séptimo y octavo año básico en el tema del estudio de los elementos químicos y por otra parte la sección de compuestos químicos es más recomendable para estudiantes de primer y segundo año medio.

## **2.2 Objetivos del Proyecto**

Para continuar se darán a conocer los objetivos generales, específicos del software a realizar.

### **2.2.1 Objetivos Generales**

Diseñar una aplicación usando Realidad Aumentada orientada al aprendizaje de la Química, enfocada principalmente en los elementos y compuestos químicos inorgánicos, para alumnos que cursan séptimo, octavo año básico y alumnos de enseñanza media.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

Tenemos como objetivos específicos realizar las siguientes finalidades:

- Estudiar y analizar los contenidos de química en los establecimientos escolares.
- Analizar aplicaciones de realidad aumentada enfocadas en el ámbito de la educación e instruirse en distintas herramientas en las cuales basaremos nuestra aplicación.
- Diseñar patrones para los elementos químicos de la tabla periódica con un software especializado.
- Desarrollar una aplicación que utilice una API con Realidad Aumentada para el aprendizaje de la química.

### 3 Metodología Utilizada

Puesto que los requerimientos varían continuamente por la adquisición de nuevos conocimientos y se generan nuevas funcionalidades en el sistema, optamos en usar el modelo prototipado “evolutivo” el cual es perfecto para este sistema. Esta metodología empieza con un prototipo inicial el cual, con consultas al usuario y cambios en los requerimientos, se van diseñando cada vez modelos más refinados y óptimos para las necesidades del usuario, con esto aseguramos una versión final. [9]



Figura 3.1 Diseño de la Metodología Utilizada

#### 3.1 Planificación

En la primera etapa analizaremos e investigaremos los contenidos a evaluar de la Química en los cuales orientaremos el producto así como también las tecnologías que se utilizarán para el desarrollo de éste.

Ya en la segunda etapa se estudiarán los riesgos que produce el desarrollo de la aplicación.

En la tercera etapa realizaremos el análisis de requerimientos completos para luego iniciar la etapa de diseño del sistema.

Para finalizar, en la última etapa se desarrollarán prototipos los cuales se presentarán para ver cómo se encuentra la estructura del software, antes de empezar con el desarrollo.

### 3.1.1 Carta Gantt

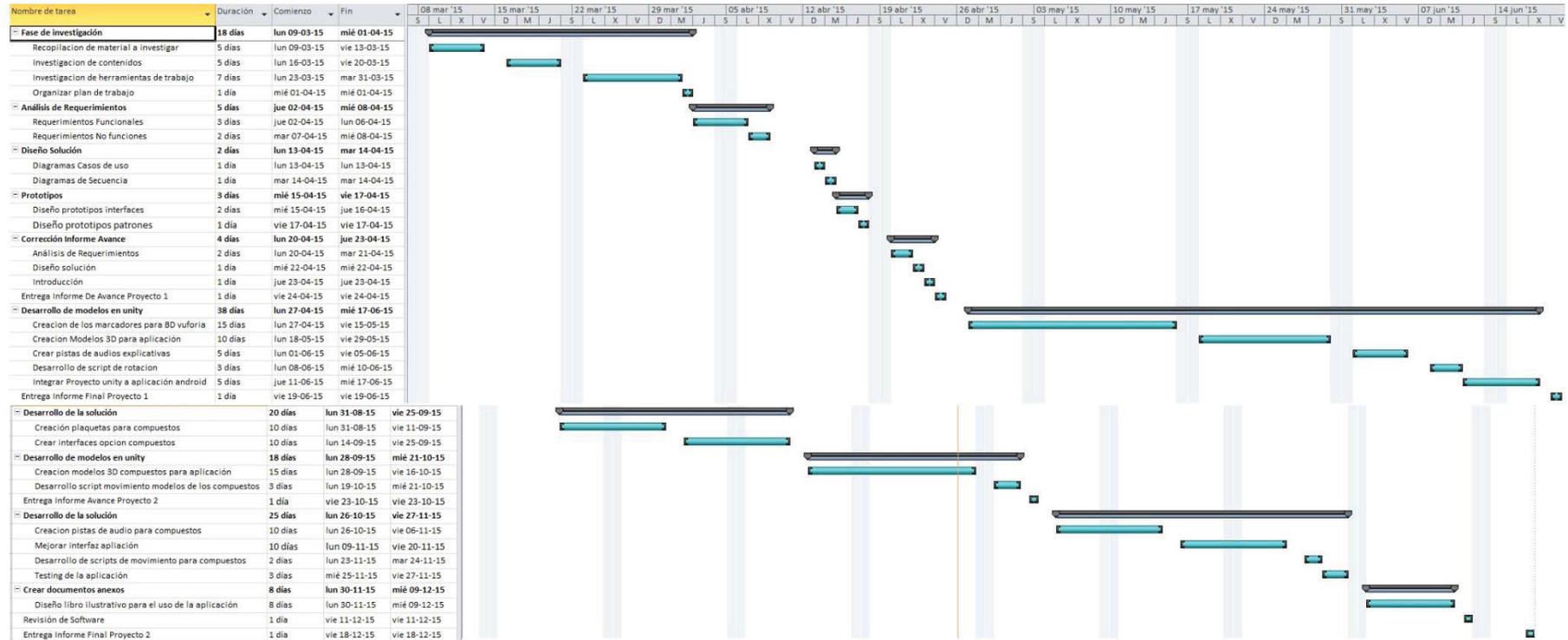


Figura 3.2 Diseño de la Carta Gantt

## 4 Marco teórico

A continuación daremos a conocer los conocimientos necesarios para llevar a cabo esta aplicación.

### 4.1 ¿Qué es la Realidad Aumentada?

La realidad aumentada consiste en unir el mundo real con el virtual mediante un proceso informático, enriqueciendo la experiencia visual y mejorando la calidad de comunicación.

Esta tecnología se diferencia a la realidad virtual en que esta tiene como objetivo reemplazar al mundo real, la realidad aumentada pretende completar lo real con lo virtual.

Gracias a esta tecnología se puede añadir información visual a la realidad, y crear todo tipo de experiencias interactivas: Catálogos de productos en 3D, métodos de enseñanza, video juegos y mucho más en donde el usuario no perderá contacto con el mundo real. [3]



Figura 4.1 Ejemplo Realidad Aumentada

#### 4.1.1 La Realidad Aumentada y la Educación

Para la educación la realidad aumentada puede proveer un acercamiento visual en tres dimensiones a los procesos que en la actualidad se representaban solamente en dos dimensiones, es decir, las limitaciones del papel impreso. El aprendizaje se hará de una forma más lúdica y atractiva, lo que conllevará a una mejor comprensión de lo que se está estudiando.

Varios grupos asociados a la educación en el mundo, desean integrar la realidad aumentada a sus métodos educativos en los distintos establecimientos. Existe un proyecto español llamado “Aprenda”, donde alumnos de primaria, aprenden de una forma lúdica la flora y fauna. [4]

## 4.2 Herramientas de desarrollo

A continuación presentamos las herramientas que nos ayudarán a llevar a cabo la aplicación.

### 4.2.1 Unity 3D

Unity 3D es una herramienta para el desarrollo de juegos y contenido 3D en diversas plataformas. Esta herramienta está disponible al público en diferentes versiones, gratuita y profesional, cada cual con sus ventajas y limitaciones, evidentemente la más completa es la profesional con un costo que varía entre 1500 a 6500 dólares (agregando todos sus complementos), lo que no la hace muy asequible, pero aun así su versión gratuita es bastante completa.

Este entorno de desarrollo se puede ejecutar en Microsoft Windows y Mac OS X, los juegos que produce se pueden ejecutar en Windows, Mac, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, iPad, iPhone y Android [5].

### 4.2.2 3ds max 2014

Es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado por Autodesk, en concreto la división Autodesk Media & Entertainment (anteriormente Discreet). Creado inicialmente por el Grupo Yost para Autodesk, salió a la venta por primera vez en 1990 para DOS. 3ds Max, con su arquitectura basada en *plugins*, es uno de los programas de animación 3D más utilizado, especialmente para la creación de videojuegos, anuncios de televisión, en arquitectura o en películas. [6]

### 4.2.3 Vuforia SDK

Vuforia SDK, como su nombre lo indica, es un kit de desarrollo de software desarrollado por Qualcomm. Es una plataforma para iOS y Android que permite a la aplicación ver imágenes desde la base de datos de patrones de Vuforia en el dispositivo o en la nube. Cuando un patrón es reconocido, la aplicación genera la experiencia de realidad aumentada, desbloqueando nuevas funcionalidades y contenidos, o dar rienda a cualquier otra cosa que puedas imaginar [7].

Vuforia posee una extensión para Unity3D, la que proporciona funcionalidades de detección y rastreo para crear aplicaciones de RA y juegos fácilmente.

#### **4.2.4 Android SDK**

Android SDK incluye varias herramientas para dar nuestros primeros pasos programando en la plataforma, incluyendo APIs facilitadas por Google tanto para el control de las funciones del dispositivo como para la integración de servicios, además de un depurador, un emulador para testear las aplicaciones desde el PC y una gran cantidad de información para documentarnos a la hora de aprender a programar en Android con Java.

Android es un sistema operativo con kernel basado en Linux que usa una máquina virtual para ejecutar las aplicaciones, ofreciendo soporte para las funcionalidades habituales en los dispositivos actuales como 3G, Wi-Fi, GPS, pantallas táctiles entre otros, comunes en los smartphones y tablets de cualquier gama. [8]

### 4.3 Trabajos relacionados

En la actualidad hay varios software que ocupan esta tecnología para enseñar a los alumnos en la materia de la química.

Una de las aplicaciones que ocupa la realidad aumentada es “elements 4D”, desarrollada por FreeTech4Teachers, esta es educativa-lúdica para iOS la cual permite interactuar con la tabla periódica y sus elementos más importantes.

Esta aplicación es una herramienta que funciona con la realidad aumentada, la cual usa marcadores, la cual contiene 6 cubos que son imprimibles, en los cuales se desplegarán los símbolos de los elementos de la tabla. Cada una de las caras del cubo tendrá un elemento químico.

Se podrá escanear cada elemento apuntando con la cámara del dispositivo móvil y se podrá visualizar su nombre, forma, peso atómico e información adicional. [9]

Otra de las aplicaciones que usan la realidad aumentada es “QuimicAR”, desarrollada por alumnos de la escuela de ingeniería informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso para su proyecto de título, que se basa en el estudio de la tabla periódica y algunos de sus elementos.

Los alumnos dentro de este software podrán tener la experiencia de aprender de una forma distinta a la tradicional, la cual será mediante patrones que contendrán los elementos químicos dentro de un libro ilustrativo y así mejorar su rendimiento en esta materia.

Este software también consta con una parte en donde el estudiante podrá realizar un test y responder cierta cantidad de preguntas para ver su desarrollo y poner a prueba lo aprendido. También el profesor puede llevar un registro de los resultados de sus alumnos en los test.

Estas aplicaciones ayudan al aprendizaje de la química, enfocadas solamente en los elementos más importantes de la tabla periódica. Nosotros complementaremos estas aplicaciones desarrollando el software con la tabla periódica en su totalidad y terminando con la generación de compuestos químicos para llevar a los alumnos una herramienta de ayuda más completa para su aprendizaje de la tabla periódica.

## 5 Solución propuesta

Nuestra idea es desarrollar una aplicación móvil que, a través de tarjetas con patrones, que al escanear los elementos se despliegue un modelo 3D del átomo ilustrando sus orbitales de electrones girando alrededor.

También existirán una segunda variante de patrones, en donde el alumno podrá generar compuestos definidos por las reglas de IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), mediante la combinación de unas plaquetas de cada elemento químico. Al momento de hacer la combinación el alumno enfocará con la cámara de su dispositivo móvil y visualizara el modelo 3D de la estructura atómica del compuesto inorgánico generado junto con una explicación completa en audio mp3.

Con esta idea queremos generar una experiencia de aprendizaje para el alumno y hacer del aprendizaje algo más diverso, interactivo y perceptible.

Junto con la aplicación se utilizará un libro ilustrativo con los patrones antes mencionados, el cual poseerá información explicando el objetivo del este, el significado de los patrones y lo que representa su información y lo que se debe tener para poder llevar a cabo con éxito la experiencia en conjunto con la aplicación en el móvil de los estudiantes.

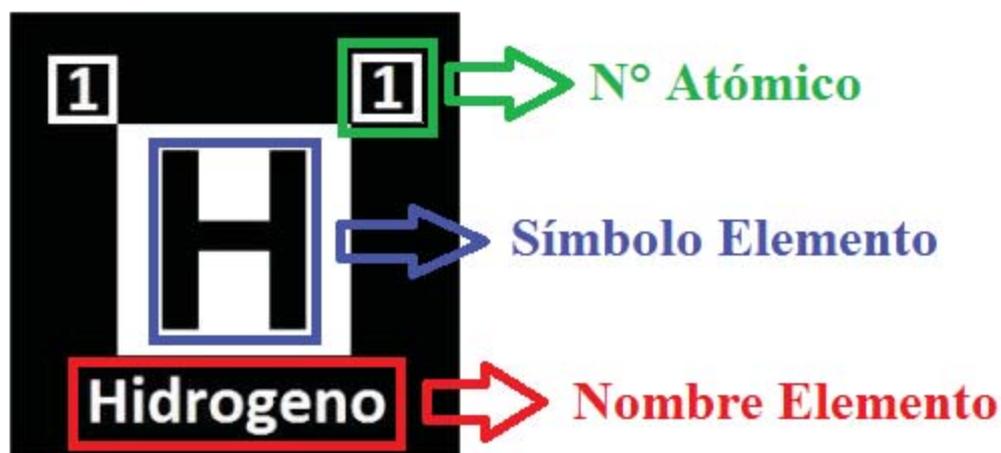


Figura 5.1 Ejemplo de patrón utilizado con su información.



Figura 5.2 - Marcadores de elementos utilizados en PeriodicAR



Figura 5.3 - Plaqueta para la generación de compuestos utilizados en PeriodicAR.

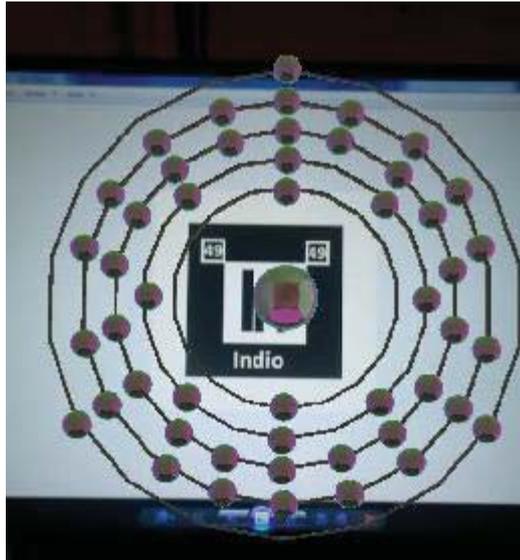


Figura 5.4 – Marcador elemento con respectivo modelo atómico.

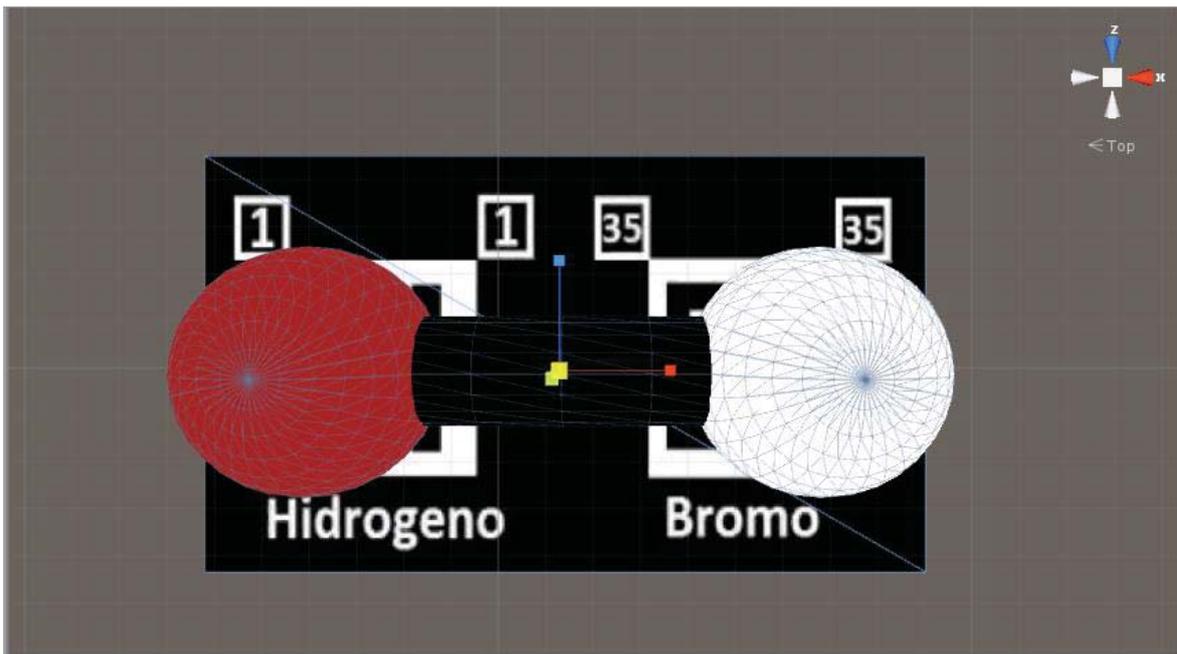


Figura 5.5 – Marcador de compuesto con respectivo modelo.

## 6 Especificación de Requerimientos

A continuación detallaremos los requerimientos funcionales, no funcionales del software a desarrollar.

### 6.1 Requerimientos Funcionales

De acuerdo a las peticiones del usuario los requisitos establecidos son:

Tabla 6.1 Requerimientos funcionales

RF01	Las entradas del sistema serán los patrones creados y la salida serán imágenes 3D.
RF02	La aplicación se basará en la presentación de la realidad aumentada.
RF03	La aplicación debe identificar los patrones y exhibir el contenido asociado.
RF04	El software debe admitir realizar combinaciones entre 2 o más elementos (que se puedan combinar) para conformar un compuesto.
RF05	Indicar cuando no se pueden combinar dos elementos de la tabla periódica.

### 6.2 Requerimientos No Funcionales

De acuerdo a los criterios de los funcionarios en cuanto a lo que se realizará, los requerimientos son:

Tabla 6.2 Requerimientos no funcionales

RNF01	El software no debe demorar en cargar y/o identificar el patrón.
RNF02	La interfaz del software debe ser de sencilla comprensión e intuitiva.
RNF03	Los patrones deben ser llamativos visualmente.
RNF04	El software funcionará en tablets con sistema Android 2.3 Gingerbread o superior con procesador de 1.2 GHz como mínimo.

## 6.3 Modelo de casos de Uso

Los siguientes diagramas demostraran como el alumno interactuara con cada una de las partes que componen nuestro software.

### 6.3.1 Modelo de caso de uso General

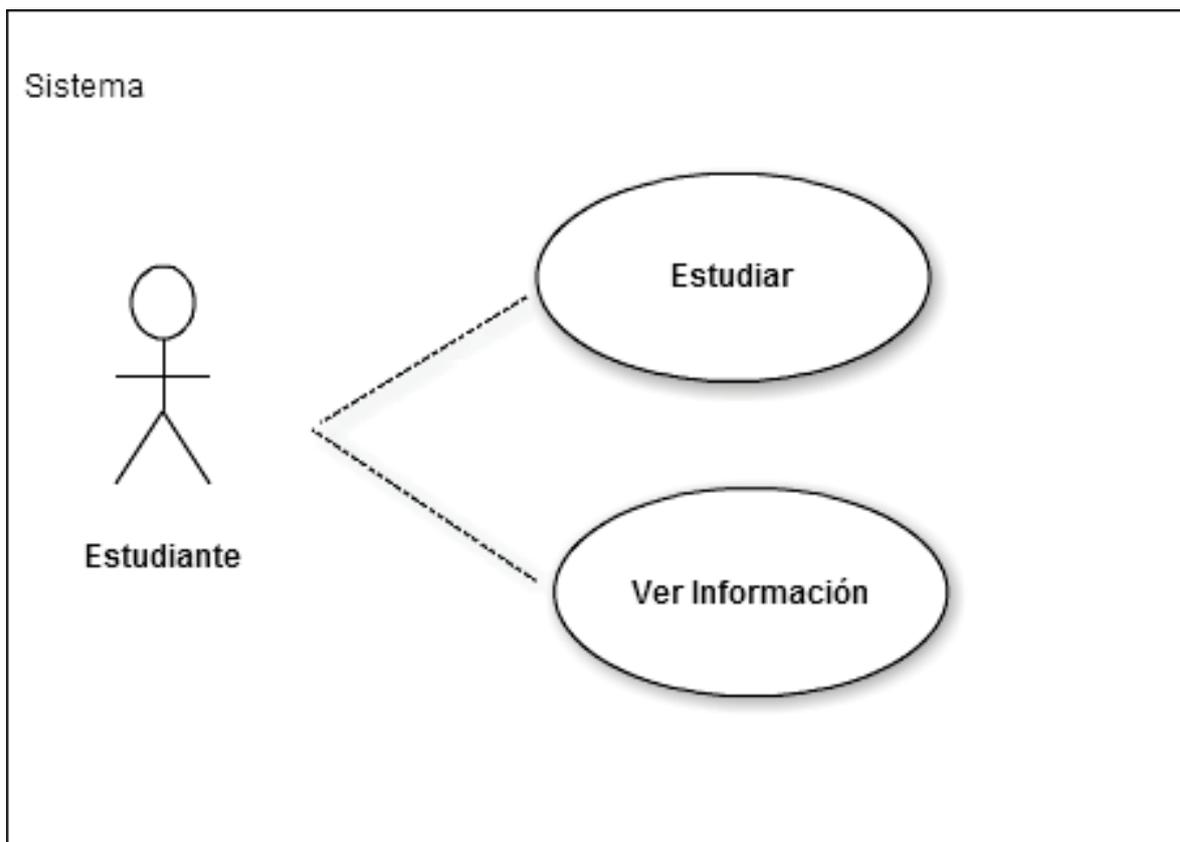


Figura 6.1 Modelo de caso de uso general

### 6.3.2 Modelo de caso de uso Ver información

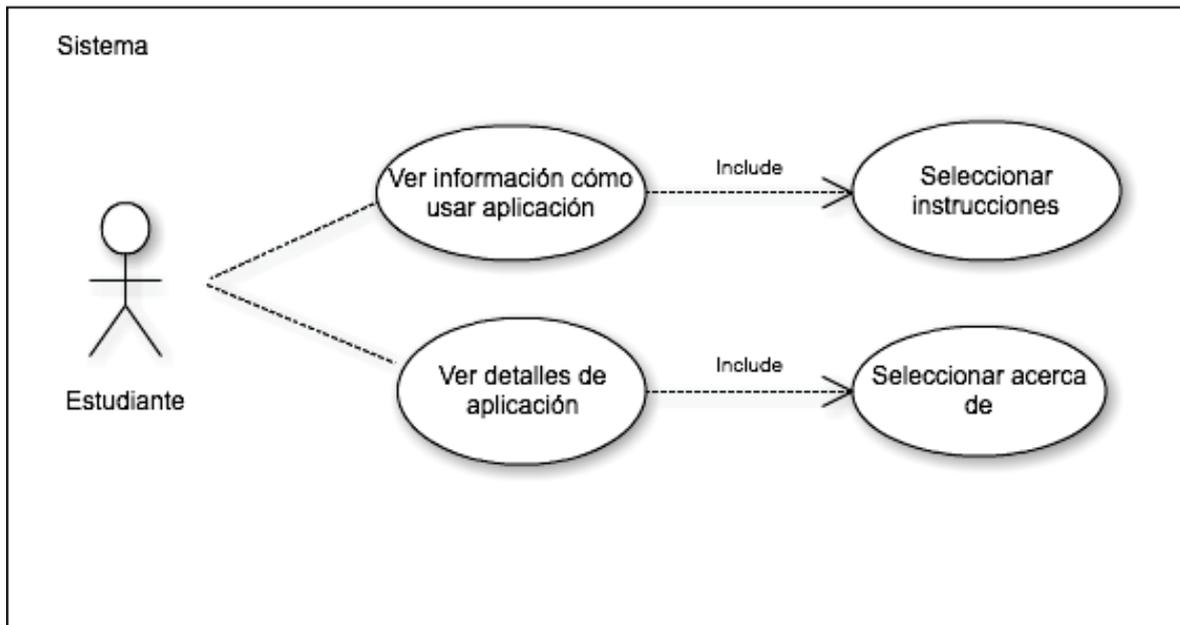


Figura 6.2 Modelo de caso de uso Ver información

### 6.3.3 Modelo de caso de uso Estudiar

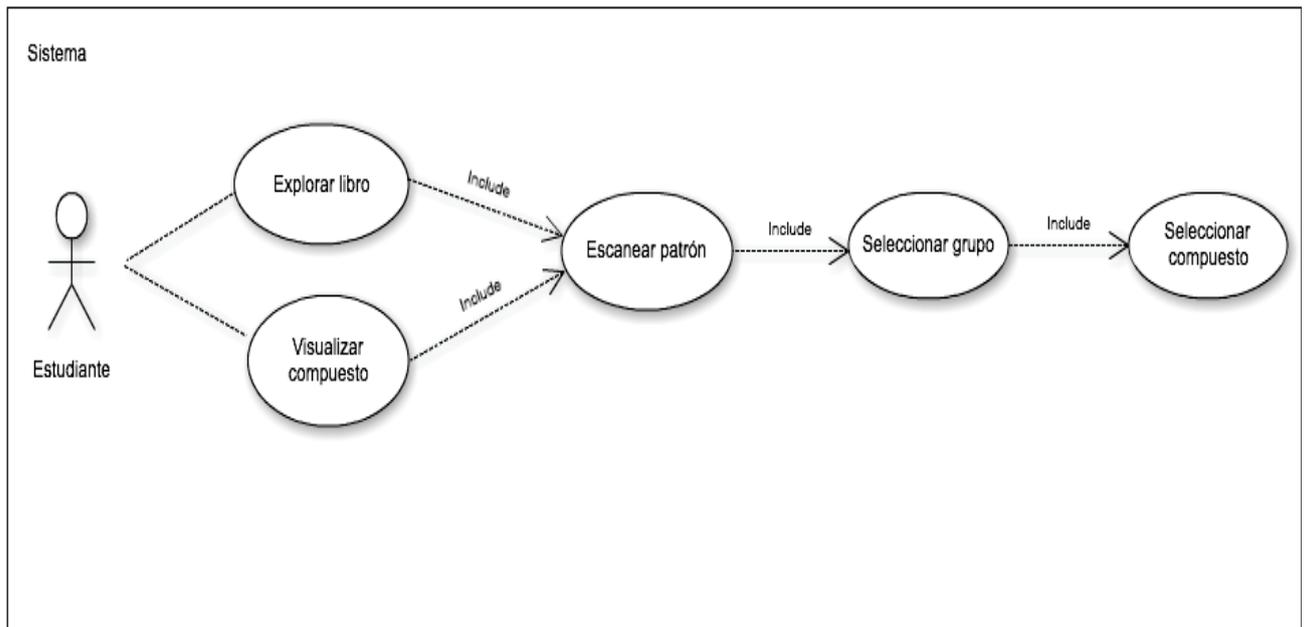


Figura 6.3 Modelo de caso de uso Estudiar

### 6.3.4 Diagrama Narrativo Ver información

Tabla 6.3 Diagrama Narrativo Ver información

<b>Caso de uso</b>	<b>Ver información</b>
Objetivo	En este caso de uso en la interfaz de ver información se tiene como objetivo que el usuario tenga la posibilidad de ver información de cómo usar la aplicación así como también la posibilidad de ver detalles de ésta.
Actor principal	Estudiante.
Actores secundarios	Sistema.
Precondición	No aplica.
Garantías mínimas	Sistema funcionando sin problemas y con conexión al sistema central.
Post condición	Generar posibilidades del software al usuario ver información y ver detalles de la aplicación.
Inicio	Alumno
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumno se encuentra en la interfaz principal de la aplicación</li> <li>2. El alumno presiona la opción Ver información</li> <li>3. El alumno tiene la posibilidad de seleccionar instrucciones o acerca de.</li> <li>4. Si el alumno selecciona la opción Instrucciones, se genera una interfaz al estudiante donde tiene la posibilidad de ver y entender como se utiliza la aplicación.</li> <li>5. Si el alumno selección la opción Acerca de, se genera una interfaz donde el estudiante tiene la posibilidad de conocer el nombre de la aplicación, su versión y sus desarrolladores.</li> </ol>

### 6.3.5 Diagrama Narrativo Estudiar

Tabla 6.4 Diagrama Narrativo Estudiar

<b>Caso de uso</b>	<b>Estudiar</b>
Objetivo	En este caso de uso el estudiante se encuentra en la interfaz estudiar, ésta tiene como objetivo generar experiencia al estudiante en la visualización de compuestos. Para compuestos se utilizan plaquetas de elementos donde se podrán crear y visualizar su modelo 3D.
Actor principal	Estudiante.
Actores secundarios	Sistema.
Precondición	No aplica.
Garantías mínimas	Sistema funcionando sin problemas y con conexión al sistema central.
Post condición	Visualizar modelo 3D de compuestos, escuchar audios con información de estos.
Inicio	Alumno
Escenario principal	1. Alumno se encuentra en la interfaz principal de la aplicación. 2. El alumno presiona la opción Estudiar. 3. El alumno escoge la opción compuestos, luego el grupo del compuesto. 4. El alumno crea compuestos con plaquetas adjuntas 5. El alumno escanea marcadores determinados. 6. El alumno visualiza el compuesto generado a través de la realidad aumentada con imágenes y audio.

### 6.3.6 Diagrama de secuencia Visualizar elemento

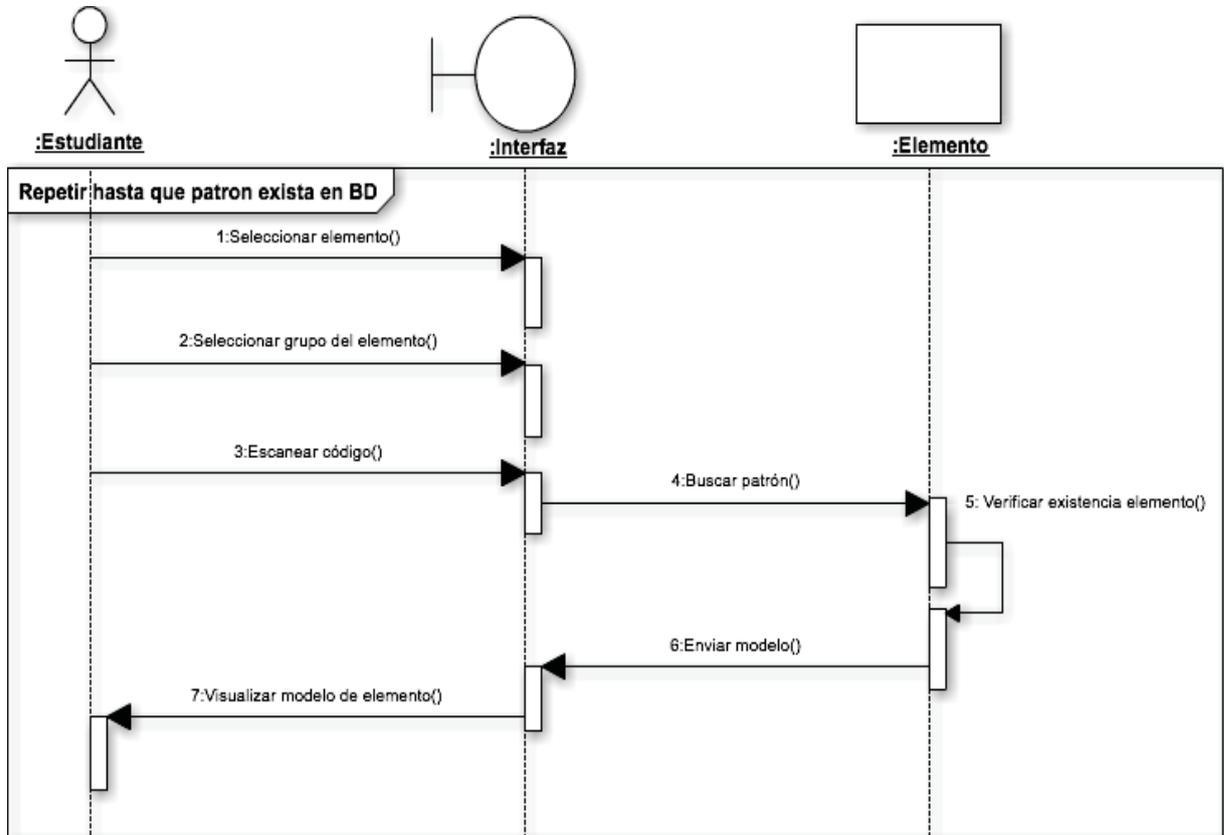


Figura 6.4 Diagrama de secuencia Visualizar elemento

### 6.3.7 Diagrama de secuencia Visualizar compuesto

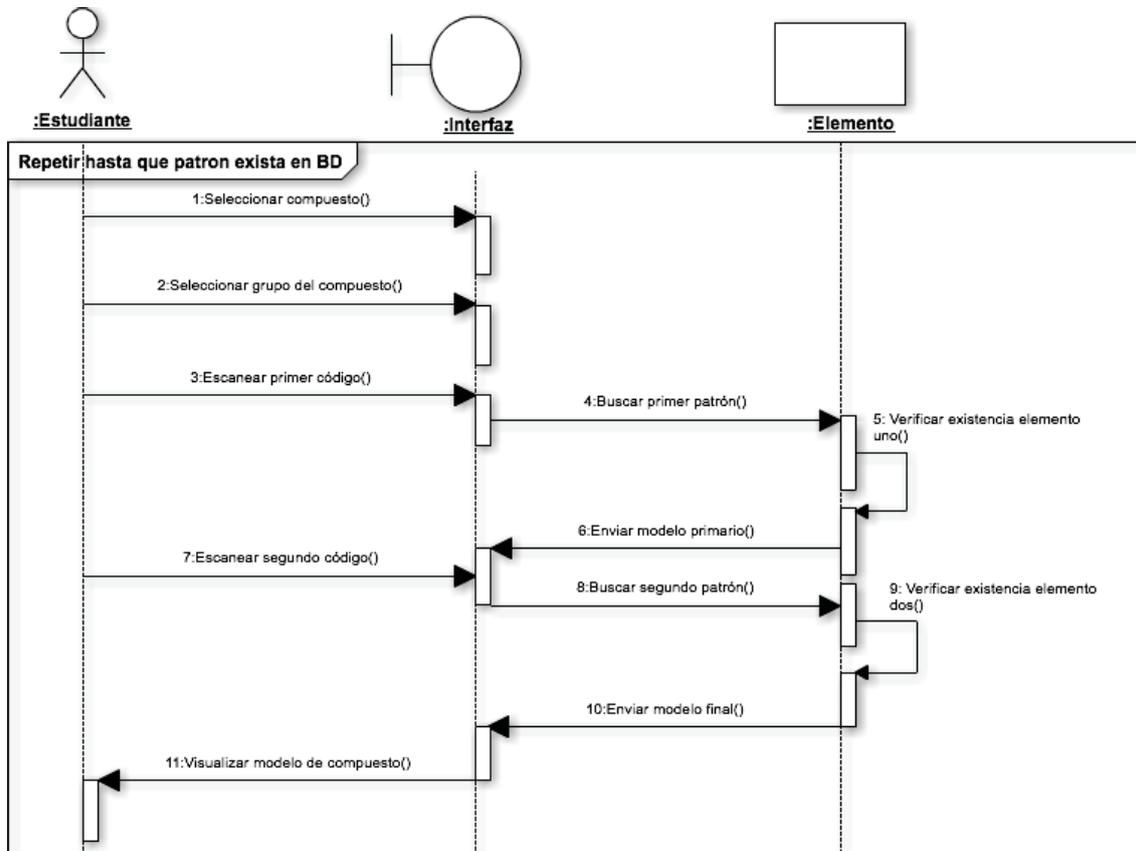


Figura 6.5 Diagrama de secuencia Visualizar compuesto

### 6.3.8 Diagrama de Bases de Datos

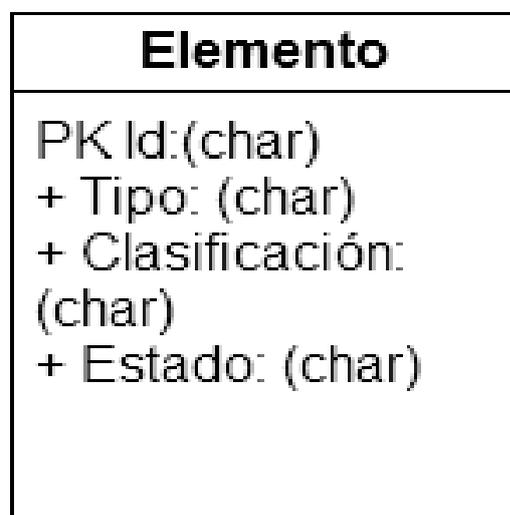


Figura 6.6 Diagrama de Bases de Datos

## 7 Bosquejo de Interfaces

A continuación se mostrarán los diseños preliminares de las interfaces que tendrá el software.

### 7.1 Interfaz Principal

Esta interfaz será en donde el estudiante podrá ver el nombre del software, tendrá las opciones que desea realizar, las cuales son estudiar la tabla periódica y leer la información de la aplicación.

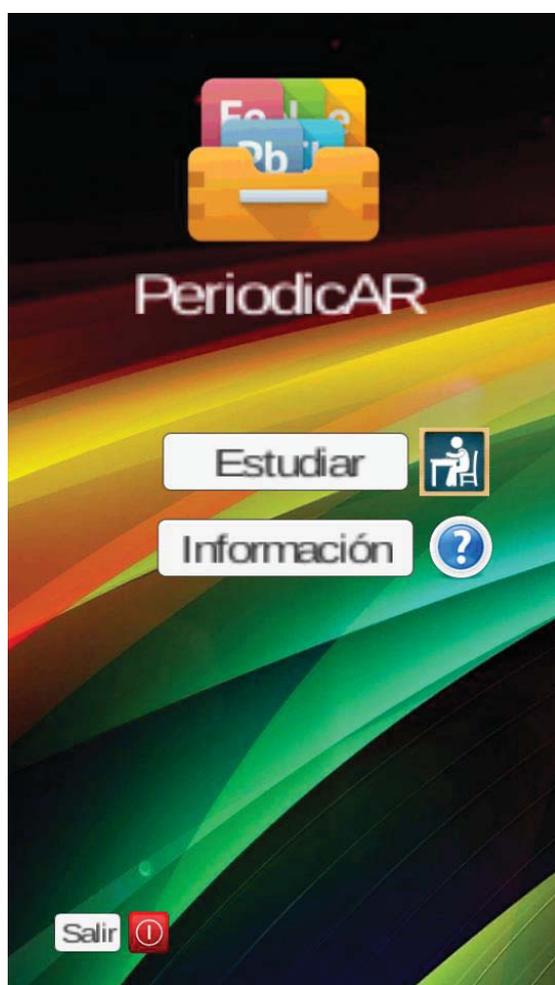


Figura 7.1 Interfaz Pantalla Principal.

## 7.2 Interfaz Información

Dentro de esta interfaz el alumno podrá conocer más en profundidad el software mediante la lectura de las instrucciones del uso de la aplicación. También podrá conocer los detalles de esta.

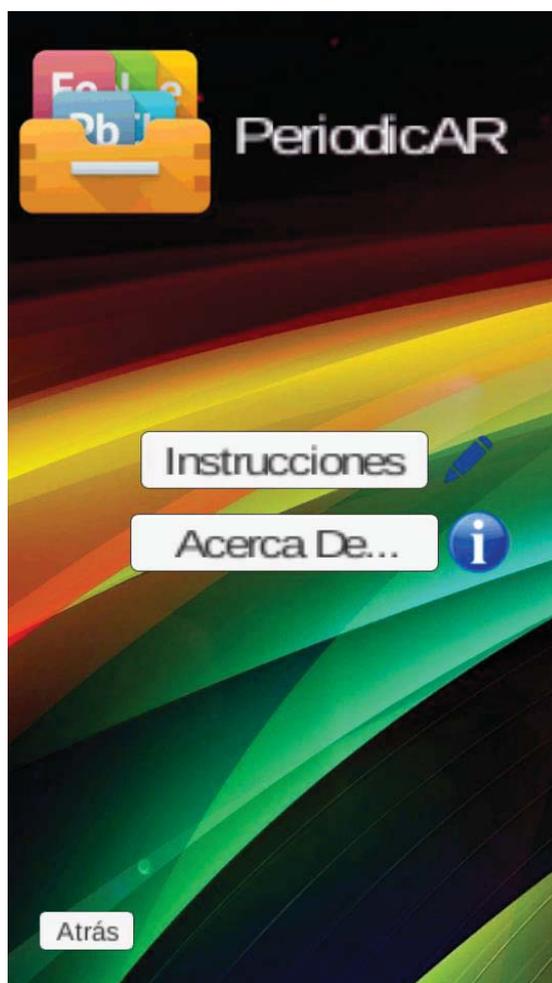


Figura 7.2 Interfaz Pantalla Información.

## 7.3 Interfaz de Instrucciones

En la actual interfaz el alumno conocerá las instrucciones de la aplicación para tener un buen uso de esta.

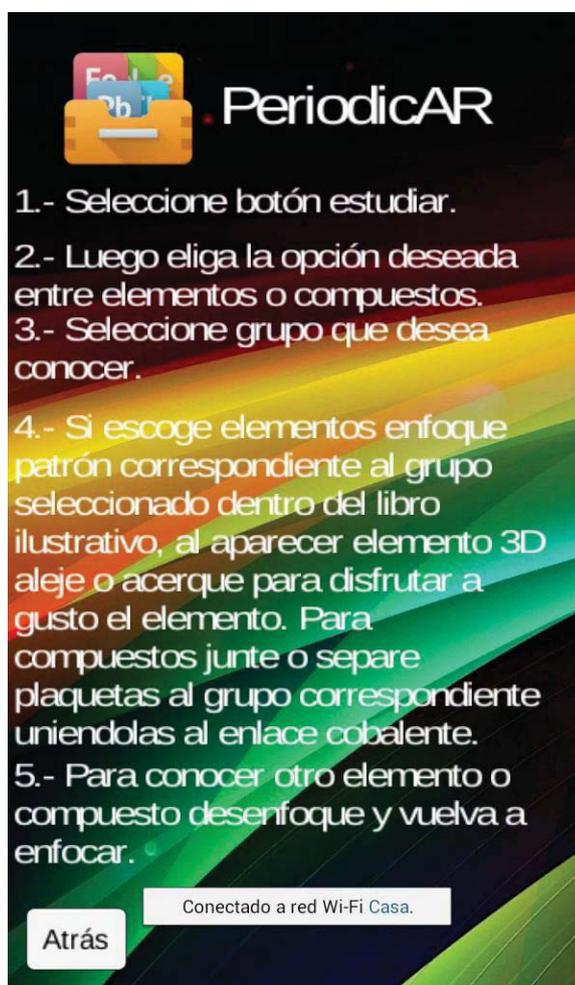


Figura 7.3 Interfaz Pantalla Instrucciones.

## 7.4 Interfaz Detalles de Aplicación

En esta interfaz el alumno podrá conocer en mayor profundidad los detalles de la aplicación.

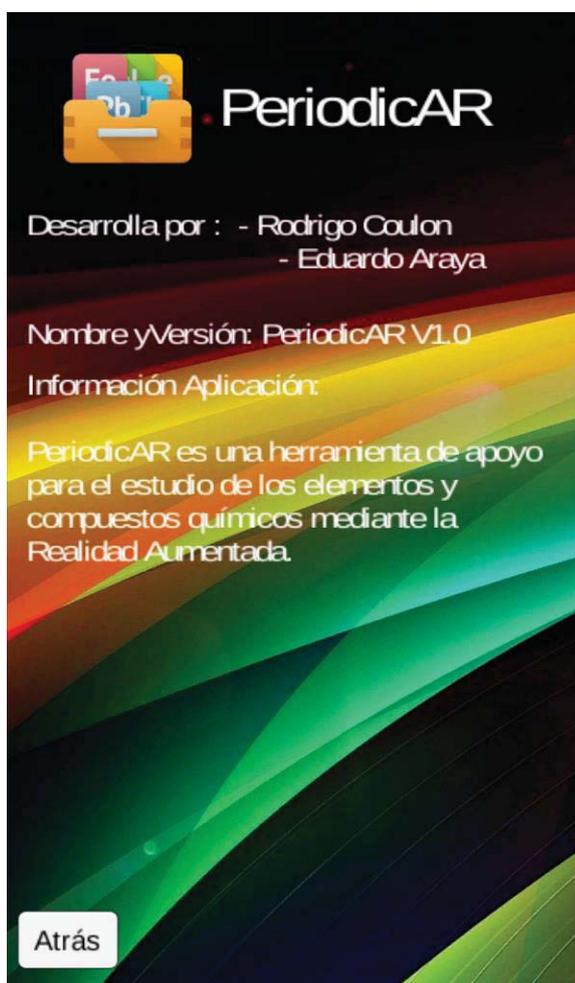


Figura 7.4 Interfaz Pantalla de Detalles.

## 7.5 Interfaz Estudiante

En esta pantalla el alumno el alumno tendrá la opción de estudiar con los elementos simples o compuestos, a elección de él.

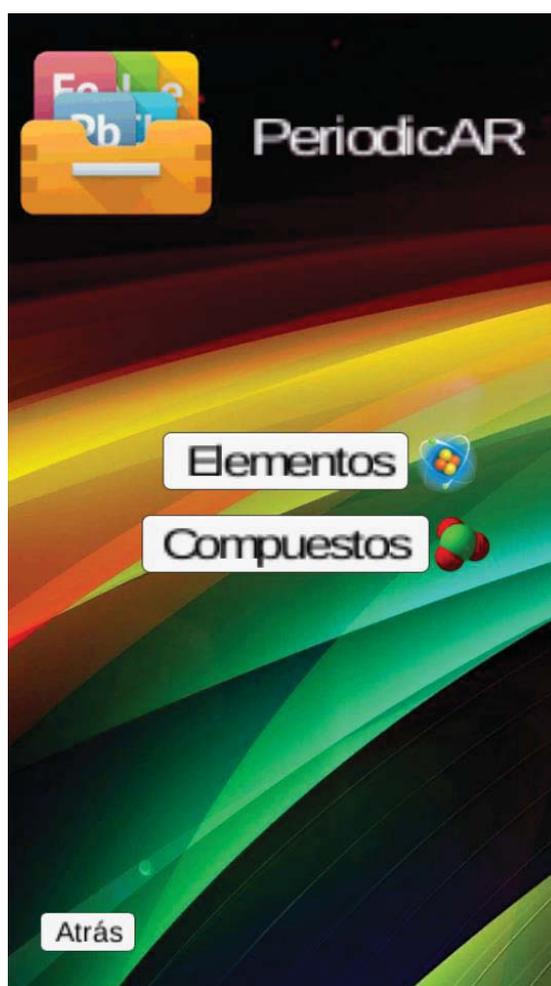


Figura 7.5 Interfaz Pantalla de Estudio.

## 7.6 Interfaz elección grupo de elementos a conocer.

En esta interfaz el alumno podrá elegir que grupo desea conocer y que elementos pertenecen a cada grupo. Para Utilizar esta opción debe usar su libro ilustrativo y escanear los elementos correspondientes a cada categoría.

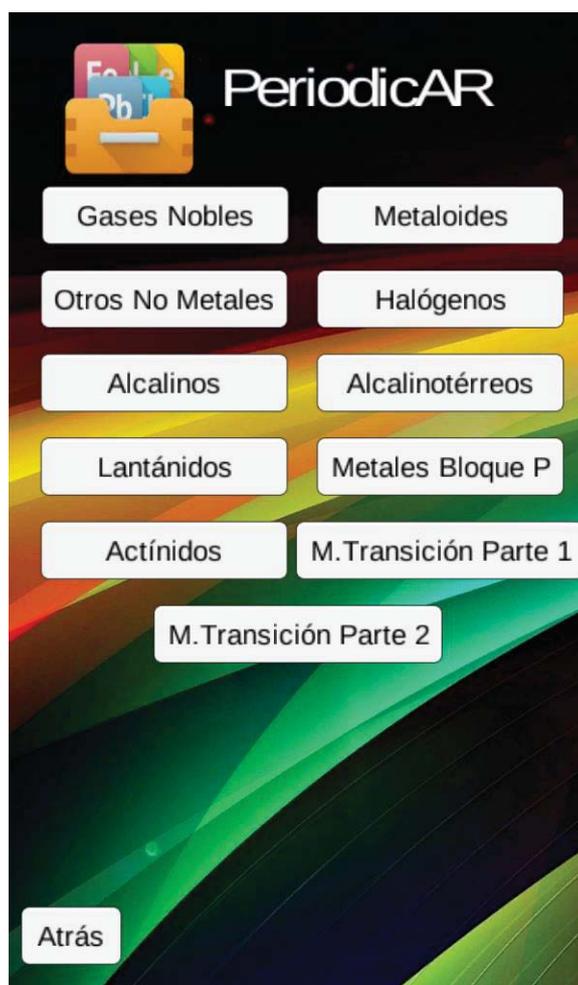


Figura 7.6 Elección de grupo para aprender sus elementos.

## 7.7 Interfaz elección grupo de compuestos a conocer.

En esta interfaz el alumno podrá elegir que grupo desea conocer y que compuestos pertenecen a cada grupo. Para utilizar esta opción deberá tener consigo unas plaquetas de los elementos químicos y conformar los compuestos binarios con un máximo de dos enlaces covalentes.



Figura 7.7 Pantalla Interfaz Grupo Compuesto a conocer.

## 7.8 Interfaz Escaneo de elementos.

En la interfaz actual el alumno denotará desde el libro ilustrativo los patrones de los elementos químicos a escanear, así como también podrá generar la combinación de dichos elementos para la composición de compuestos.



Figura 7.8 Interfaz Escaneo de patrones.

## 7.9 Interfaz escaneo de compuestos.

En esta interfaz el alumno, mediante sus plaquetas de los elementos podrá generar compuestos en donde se verá su composición atómica en 3D.

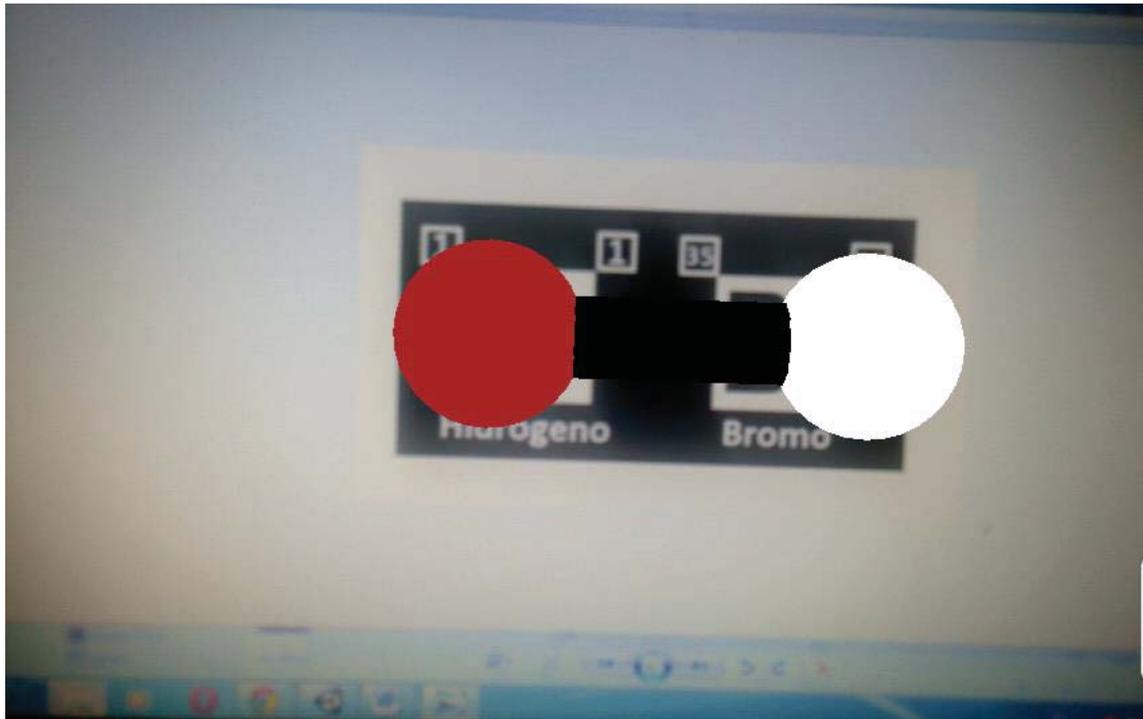


Figura 7.9 Interfaz Escaneo de compuestos.

## 8 Conclusión

Aumentar las habilidades de los alumnos a través de nuevas tecnologías resulta ser una situación muy beneficiosa al momento de ilustrar ramos complejos como lo son las ciencias, esto va en específico al desarrollo de las destrezas de aprendizaje de los estudiantes, además de incentivar el gusto por la química por medio de metodologías más afables, se aportará al desarrollo tecnológico del país generando nuevas competencias en los alumnos, favoreciendo el auto aprendizaje y el entendimiento de la química de una manera más didáctica y enriquecedora.

Con este proyecto queremos lograr la incorporación de la aplicación a la química para esclarecer la interacción de los elementos y sus aplicaciones con el fin de generar talleres que complementen el aprendizaje así como también un aprendizaje tecnológico que ayude a los alumnos a familiarizarse con la tecnología e informática en general.

El aporte principal que queremos implantar con este trabajo es la de generar experiencias de aprendizajes a los estudiantes. Hemos intentado llevar el conocimiento desde una manera más clara, entretenida y fácil de visualizar.

Como conclusión final, esperamos poder ampliar la investigación a otras ramas de la química y de esta manera extender las funcionalidades de la aplicación móvil para que sea más íntegra a nivel de aprendizaje. Estos estudios ayudarán a implementar y ejecutar en distintos escenarios los beneficios y alcances que conlleva esta aplicación junto con nuevos requerimientos e incorporación de nuevas ideas de aprendizaje hacen de este proyecto extensible en el tiempo, convirtiendo su uso en un elemento muy potencial en el área educacional.

## 9 Referencias

[1] *Ptable* - <http://www.ptable.com/?lang=es#Writeup/Wikipedia>

[2] *Utilización de los teléfonos móviles por los niños – Estudio comparativo internacional*

2013 -

[http://www.laopinion.com.co/demo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=418995&Itemid=208#.VRxPLYuG9ps](http://www.laopinion.com.co/demo/index.php?option=com_content&task=view&id=418995&Itemid=208#.VRxPLYuG9ps)

[3] ¿*Qué es la realidad aumentada?* - <http://realidadaumentada.info/tecnologia/>

[4] *Realidad aumentada, lo real y virtual en un solo lugar* - <http://aula.virtual.ucv.cl/wordpress/realidad-aumentada-espacio-real-y-virtual-en-un-solo-lugar/>

[5] *Unity 3D* - <http://spanish.unity3d.com/> -

[6] *3ds max 2014* - [https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_3ds\\_Max](https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max)

[7] *Vuforia Build Your Vision* - <https://www.vuforia.com/platform>

[8] *Android SDK* - <http://android-sdk.uptodown.com/mac> -

[9] *Modelo Evolutivo*, Rodolfo Villaroel, Diapositivas Ingeniería de Software – Unidad 1.

[10] *Elements 4D, o el mundo de la química en Realidad Aumentada*, <http://bibliotecaescolardigital.es/comunidad/BibliotecaEscolarDigital/recurso/elements-4d-o-el-mundo-de-la-quimica-en-realidad-a/44196abf-fb73-4fe2-977d-a7d1d230ff71>

## **Anexos**

### **A. Libro Ilustrativo “Aprendizaje de la Química mediante Realidad Aumentada”**

---

*[Libro Ilustrativo  
"Aprendizaje De La Química Mediante  
El Uso De Realidad Aumentada"]*

---

## ¿Cómo utilizar la aplicación?

Para utilizar de forma correcta este libro:

1. Abra la aplicación “PeriodicAR” en su dispositivo móvil.
2. Una vez iniciado el software seleccione la opción “Estudiar”.
3. En esta pantalla deberá seleccionar el grupo de los elementos que desea conocer y buscar dentro del libro el grupo seleccionado.
4. Enfocar la cámara del dispositivo móvil al elemento deseado y esperar a que aparezca el contenido 3D.
5. Para conocer otro elemento es necesario desenfocar y luego escanear otro elemento. En caso que desee conocer un elemento de otro grupo, debe volver a la selección de grupos con el botón atrás ubicado en la parte inferior de su pantalla.

# 1. Metaloides

Estos comprenden una de las 3 categorías de los elementos químicos siguiendo una clasificación **de acuerdo con las propiedades de enlace e ionización**. Estos se diferencian a los demás en que son semiconductores antes que conductores.

Los elementos pertenecientes a este grupo son:



- Nombre: Boro
- Número atómico: 5
- Símbolo: B
- Punto de fusión: 2076 °C
- Punto de Ebullición: 3927 °C
- Peso atómico: 10,811
- Electronegatividad: 2,04
- Número de oxidación: 3

Es un elemento semiconductor. Se usa para fabricar vidrios de boro silicato y esmaltes, principalmente de utensilios de cocina. También se usa para obtener aceros especiales, de gran resistencia al impacto, y otras

aleaciones. Debido a su gran dureza se emplea, en forma de carburo, para fabricar abrasivos.



- Nombre: Silicio
- Número atómico: 14
- Símbolo: Si
- Punto de fusión: 1414 °C
- Punto de Ebullición: 2900 °C
- Peso atómico: 28,085
- Electronegatividad: 1,9
- Número de oxidación: 4

Es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno. Se presenta en forma amorfa y cristalizada. Se utiliza en aleaciones, en la preparación de las

siliconas, en la industria de la cerámica técnica y, debido a que es un material semiconductor muy abundante, tiene un interés especial en la industria electrónica.

- Nombre: Germanio



- Número atómico: 32
- Símbolo: Ge
- Punto de fusión: 938 °C
- Punto de Ebullición: 2820°C
- Peso atómico: 72,64
- Electronegatividad: 2,01
- Número de oxidación: 4, 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, -4

Es un metaloide sólido duro, cristalino, de color blanco grisáceo lustroso, quebradizo, que conserva el brillo a temperaturas ordinarias. Presenta la misma estructura cristalina que el diamante y resiste a los ácidos y

álcalis. Forma gran número de compuestos orgánicos y es un importante material semiconductor utilizado en transistores y foto detectores.



- Nombre: Arsénico
- Número atómico: 33
- Símbolo: As
- Punto de fusión: 614 °C
- Punto de Ebullición: 817 °C
- Peso atómico: 74,92160
- Electronegatividad: 2,18
- Número de oxidación: +3,5, -3,5

Posee un color gris metálico y es altamente tóxico. Se utiliza como preservante de la madera, Aditivo en aleaciones de plomo y latones, Insecticida (arseniato de plomo), herbicidas (arsenito de sodio) y

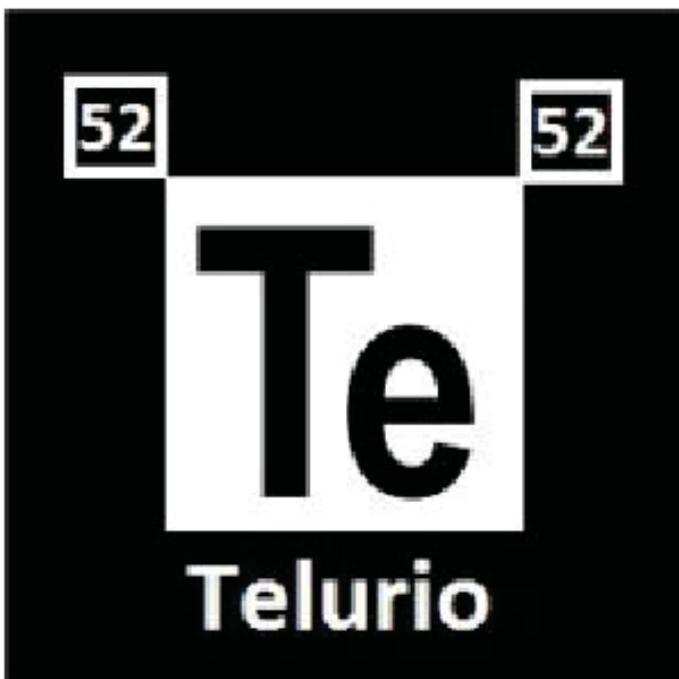
venenos, Como elemento fertilizante en forma de mineral primario rico, para la agricultura, entre muchos usos más.



- Nombre: Antimonio
- Número atómico: 51
- Símbolo: Sb
- Punto de fusión: 631 °C
- Punto de Ebullición: 1587 °C
- Peso atómico: 121,760
- Electronegatividad: 2,05
- Número de oxidación: +3,5, -3,5

Este elemento semimetálico tiene cuatro formas alotrópicas. En su forma estable es un metal blanco azulado. El antimonio negro y el amarillo son formas no metálicas inestables. Principalmente se emplea en aleaciones metálicas y algunos de sus compuestos para dar resistencia

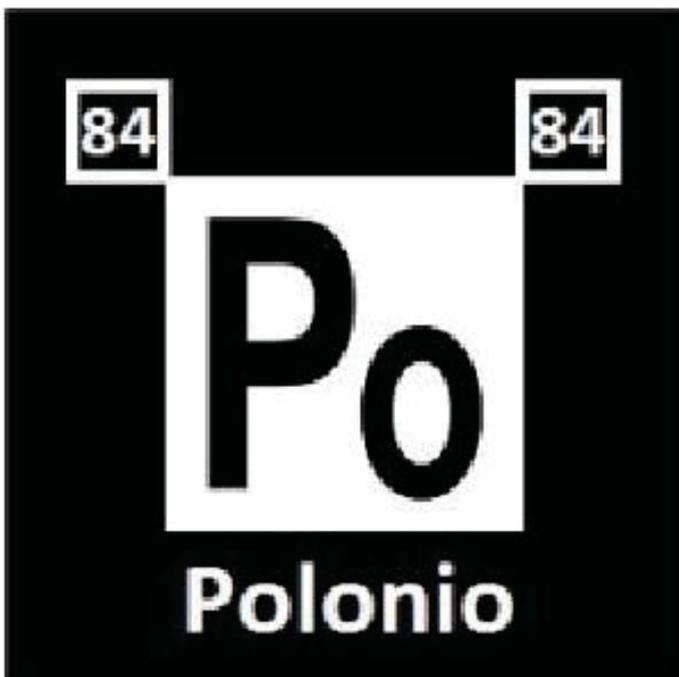
contra el fuego, en pinturas, cerámicas, esmaltes, vulcanización del caucho y fuegos artificiales.



- Nombre: Telurio
- Número atómico: 52
- Símbolo: Te
- Punto de fusión: 450 °C
- Punto de Ebullición: 988 °C
- Peso atómico: 127,6
- Electronegatividad: 2,1
- Número de oxidación: -2, 2, 4, 6

El telurio es un elemento relativamente estable, insoluble en agua y ácido clorhídrico, pero soluble en ácido nítrico y en agua regia. Reacciona con un exceso de cloro formando dicloruro de telurio,  $\text{TeCl}_2$  y tetracloruro

de telurio,  $\text{TeCl}_4$ . Se oxida con ácido nítrico produciendo dióxido de telurio,  $\text{TeO}_2$ , y con ácido crómico dando ácido telúrico,  $\text{H}_2\text{TeO}_4$ . En combinación con hidrógeno y ciertos metales forma telururos, como telururo de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{Te}$ , y telururo de sodio,  $\text{Na}_2\text{Te}$ .



- Nombre: Polonio
- Número atómico: 84
- Símbolo: Po
- Punto de fusión: 254 °C
- Punto de Ebullición: 962 °C
- Peso atómico: 208,9824
- Electronegatividad: 2,0
- Número de oxidación: 6, 4, 2, -2

El polonio es un metal volátil, reducible al 50% tras 45 horas al aire a una temperatura de 328 °K. Es extremadamente tóxico y altamente radiactivo. Se ha encontrado polonio en minerales de uranio, en el humo del tabaco y como contaminante. Todos los elementos a partir del polonio son

significativamente radiactivos.

## 2. No Metales

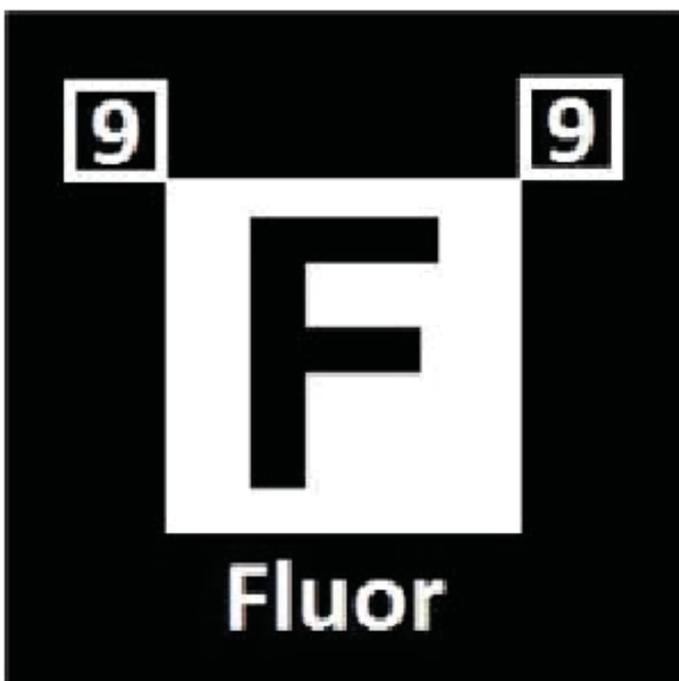
Se denomina no metales, a los elementos químicos opuestos a los metales pues sus características son totalmente diferentes. Los no metales, excepto el hidrógeno, están situados en la tabla periódica de los elementos en el bloque  $p$ . Los elementos de este bloque son no-metales, excepto los metaloides, todos los gases nobles, y algunos metales.

Este Grupo se separa en 3 categorías las cuales son:

### 2.1 Halógenos

Los halógenos constituyen un grupo de elementos químicos integrado por flúor, cloro, bromo, yodo y el muy raro ástato. Son elementos con comportamientos geoquímicos preferentemente litófilos (concentrados en la corteza), aunque en el yodo puede predominar un carácter atmófilo. Todos son biófilos integran los seres vivos.

Dentro de este grupo están los siguientes elementos:



- Nombre: Flúor
- Número atómico: 9
- Símbolo: F
- Punto de fusión:  $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-188\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 18,9984032
- Electronegatividad: 3,98
- Número de oxidación: -1

Es un gas a temperatura ambiente, de color amarillo pálido, formado por moléculas diatómicas  $\text{F}_2$ . Es el más electronegativo y reactivo de todos los elementos. En forma pura es altamente peligroso, causando graves quemaduras químicas al contacto con la piel. Para hacer polímeros como el teflón, para hacer pasta de dientes y enjuagues bucales, en el tratamiento de aguas.



- Nombre: Cloro
- Número atómico: 17
- Símbolo: Cl
- Punto de fusión:  $-102\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 35,453
- Electronegatividad: 3,16
- Número de oxidación: -1, 1, 3, 5, 7

Es un elemento abundante en la naturaleza y se trata de un elemento químico esencial para muchas formas de vida. Las principales aplicaciones de cloro son en la producción de un amplio rango de productos industriales

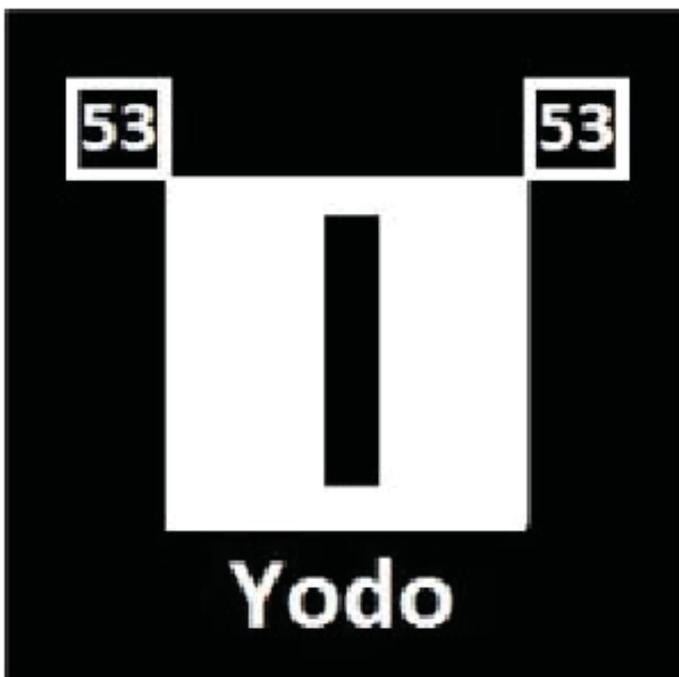
y para consumo, se usa en la elaboración de plásticos, solventes para lavado en seco y desgrasado de metales, producción de agroquímicos y fármacos, insecticidas, colorantes, tintes y purificación de agua.



- Nombre: Bromo
- Número atómico: 35
- Símbolo: Br
- Punto de fusión:  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $59\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 79,904
- Electronegatividad: 2,96
- Número de oxidación: -1, +1, 3, 5, 7

El bromo a temperatura ambiente es un líquido rojo, volátil y denso. Su reactividad es intermedia

entre el cloro y el yodo. En estado líquido es peligroso para el tejido humano y sus vapores irritan los ojos y la garganta.



- Nombre: Yodo
- Número atómico: 53
- Símbolo: I
- Punto de fusión: 83 °C
- Punto de Ebullición: 184 °C
- Peso atómico: 126,90447
- Electronegatividad: 2,66
- Número de oxidación: -1, 1, 3, 5, 7

Este elemento puede encontrarse en forma molecular como yodo diatómico. Es utilizado en la industria médica pues se utiliza como antiséptico y desinfectante, en los alimentos lo consumimos en la sal de

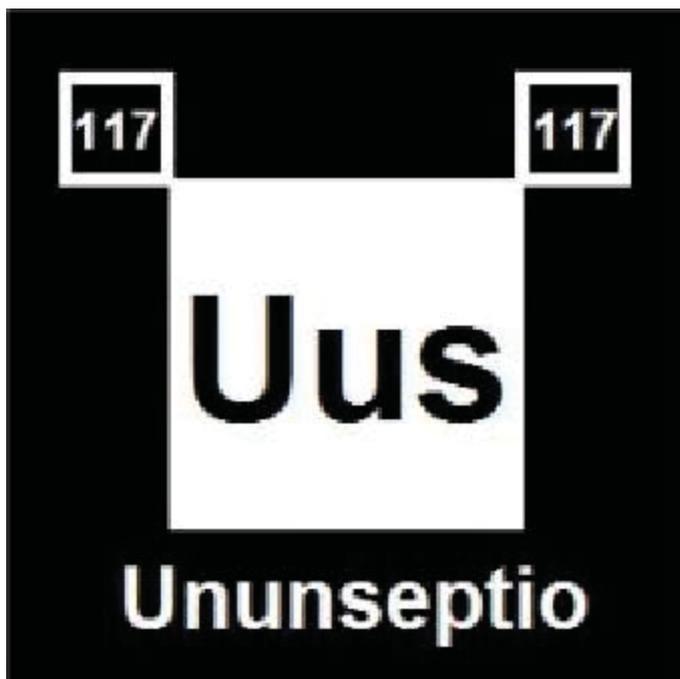
mesa yodada, en radiología se utiliza como medio de contraste, sirve para la preparación de emulsiones fotográficas, combinado con la plata forma yoduro de plata utilizado para producir lluvias al bombardear las nubes con fines benéficos a la agricultura.



- Nombre: Ástato
- Número atómico: 85
- Símbolo: At
- Punto de fusión: 302
- Punto de Ebullición: No Tiene
- Peso atómico: 210
- Electronegatividad: 2,2
- Número de oxidación: -1, 1, 3, 5, 7

El comportamiento químico de este elemento altamente radiactivo es muy similar al de otros halógenos, especialmente el yodo. Se piensa que el ástato es más metálico que el yodo. Investigadores del Laboratorio Nacional

de Brookhaven han realizado experimentos en los que se han identificado y medido reacciones elementales que involucran al ástato.



- Nombre: Ununseptio
- Número atómico: 117
- Símbolo: Uus
- Punto de fusión: 300 – 500 °C
- Punto de Ebullición: 550 °C
- Peso atómico: 294
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: -1, 1, 3, 5

Su descubrimiento se anunció en 2010 y fue fruto de una colaboración entre científicos rusos y estadounidenses en el Instituto Central de Investigaciones Nucleares de Dubná, Rusia. En un experimento en 2011, se creó

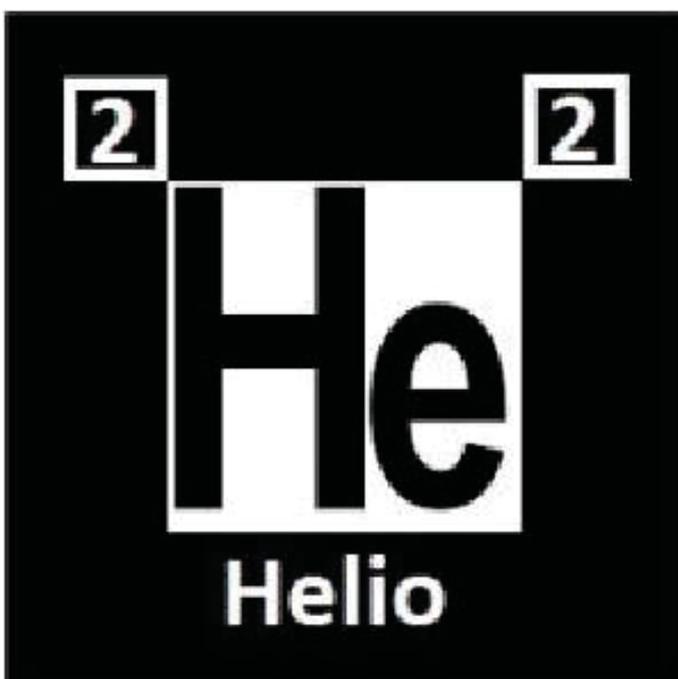
directamente uno de sus productos de desintegración, confirmando parcialmente los resultados del experimento inicial; el experimento, además, fue repetido con éxito en 2012. En la tabla periódica, el ununseptio está ubicado en el grupo 17, cuyos miembros de número atómico menor son halógenos. Sin embargo, es probable que el ununseptio tenga propiedades significativamente diferentes de las del resto de elementos del grupo, aunque se prevé que el punto de fusión, el punto de ebullición y la primera energía de ionización sigan las tendencias periódicas

## 2.2 Gases Nobles

Los gases nobles son un grupo de elementos químicos con propiedades muy similares: por ejemplo, bajo condiciones normales, son gases monoatómicos inodoros, incoloros y presentan una reactividad química muy baja. Se sitúan en el grupo 18 de la tabla periódica.

Las propiedades de los gases nobles pueden ser explicadas por las teorías modernas de la estructura atómica: a su capa electrónica de electrones valentes se la considera completa, dándoles poca tendencia a participar en reacciones químicas, por lo que solo unos pocos compuestos de gases nobles.

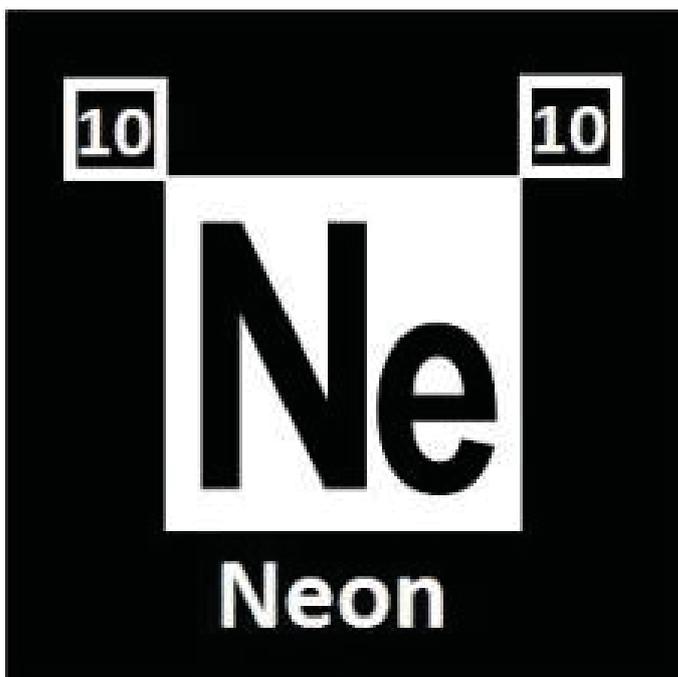
Los elementos pertenecientes a esta categoría son:



- Nombre: Helio
- Número atómico: 2
- Símbolo: He
- Punto de fusión: -272 °C
- Punto de Ebullición: -269 °C
- Peso atómico: 4,0026
- Electronegatividad: No tiene
- Número de oxidación: Desconocido

Es un gas monoatómico, inodoro, incoloro que posee el menor punto de ebullición de todos los elementos de la tabla periódica. En cirugía, se utilizan cabezas de helio ionizado en el tratamiento de tumores

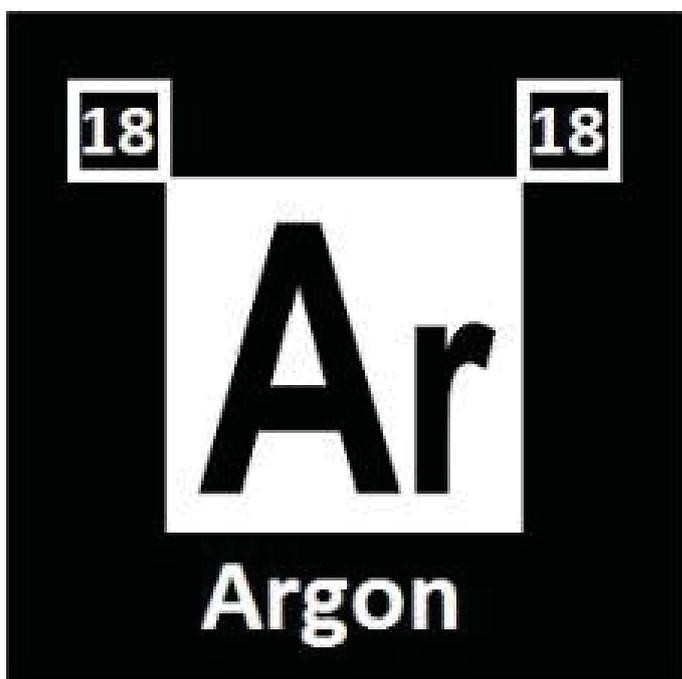
de los ojos, estabilizando o provocando la remisión de los mismos y para reducir el flujo sanguíneo en pacientes con malformaciones cerebrales, unido al oxígeno se usa en los tanques de los buzos como aire artificial, para rellenar globos.



- Nombre: Neón
- Número atómico: 10
- Símbolo: Ne
- Punto de fusión:  $-249\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-246\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 20,1797
- Electronegatividad: No Tiene
- Número de oxidación: Desconocido

Es un gas noble, incoloro, prácticamente inerte pero muy abundante en el universo, que proporciona un tono rojizo

característico a la luz de las lámparas fluorescentes en las que se emplea. Se utiliza para hacer tubos incandescentes, pantallas de televisión o como refrigerantes.



- Nombre: Argón
- Número atómico: 18
- Símbolo: Ar
- Punto de fusión:  $-189\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-186\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 39,948
- Electronegatividad: No Tiene
- Número de oxidación: 0

Es el tercero de los gases nobles incoloro e inerte. Se emplea como gas de relleno en lámparas incandescentes ya que no reacciona con el material del filamento incluso a alta temperatura y presión, prolongando de este modo la vida útil

de la bombilla, y en sustitución del neón en lámparas fluorescentes cuando se desea un color verde-azul en vez del rojo del neón.



- Nombre: Kriptón
- Número atómico: 36
- Símbolo: Kr
- Punto de fusión:  $-157\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 83,798
- Electronegatividad: 3
- Número de oxidación: 0

El kriptón o Kriptonita es un gas noble inolor e insípido de poca reactividad caracterizado por un espectro de líneas verde y rojo-naranja muy brillantes. Es uno de los productos de la fisión nuclear

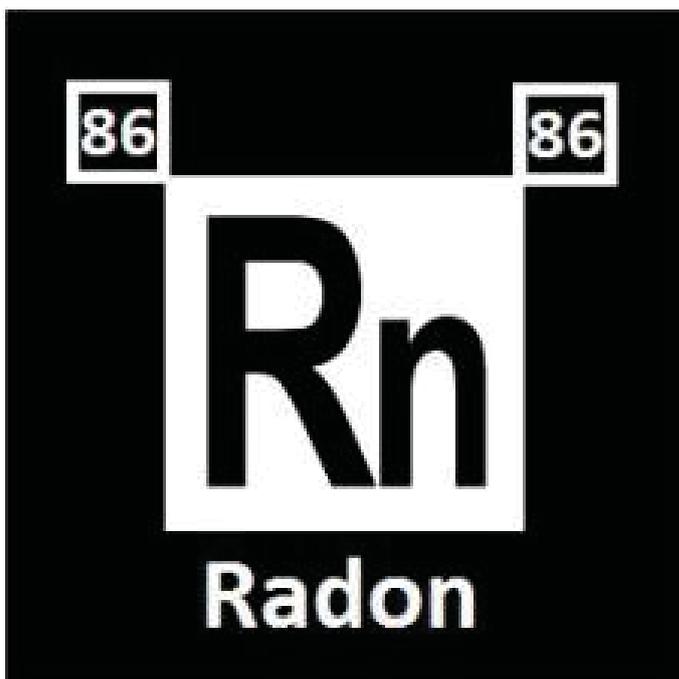
del uranio. El kriptón sólido es blanco, de estructura cristalina cúbica centrada en las caras al igual que el resto de gases nobles.



- Nombre: Xenón
- Número atómico: 54
- Símbolo: Xe
- Punto de fusión:  $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de Ebullición:  $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peso atómico: 131,293
- Electronegatividad: 2,6
- Número de oxidación: 0

El xenón es un miembro de los elementos de valencia cero llamados gases nobles o inertes. La palabra "inerte" ya no se usa para describir esta serie química, dado que algunos elementos de valencia cero forman compuestos. En un

tubo lleno de gas xenón, se emite un brillo azul cuando se le excita con una descarga eléctrica. Se ha conseguido xenón metálico aplicándole presiones de varios cientos de kilobares.



- Nombre: Radón
- Número atómico: 86
- Símbolo: Rn
- Punto de fusión: -71 °C
- Punto de Ebullición: -62 °C
- Peso atómico: 222
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: -

La emanación del radón del suelo varía con el tipo del suelo y con el contenido de uranio superficial, así que las concentraciones al aire libre del radón se pueden utilizar para seguir masas de aire en un grado limitado.

Este hecho ha sido puesto al uso por algunos científicos atmosféricos.



- Nombre: Ununoctio
- Número atómico: 118
- Símbolo: Uuo
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 294
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 0, 2, 4

A finales de 1998 el físico polaco Robert Smolańczuk publicó sus cálculos sobre la fusión nuclear de varios núcleos atómicos para sintetizar elementos transuránicos, incluyendo el elemento

118.<sup>16</sup> Sus cálculos sugerían que era posible formar dicho elemento fusionando plomo y kriptón bajo condiciones cuidadosamente controladas. Según las predicciones de Smolańczuk, en la siguiente tabla se muestran las posibilidades de combinaciones de átomos para la síntesis del ununoctio que teóricamente proporcionan una sección eficaz adecuada para la expulsión de un neutrón y un rendimiento químico apreciable

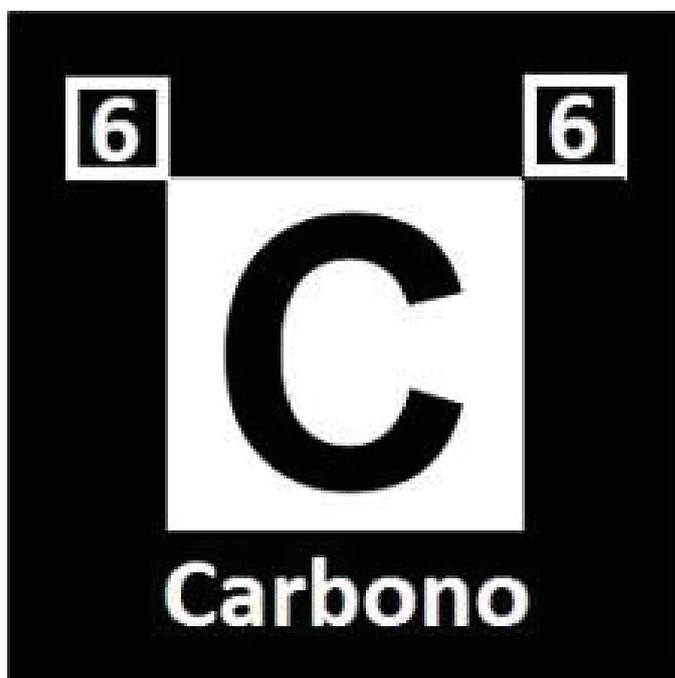
## 2.3 Otros No Metales



- Nombre: Hidrógeno
- Número atómico: 1
- Símbolo: H
- Punto de fusión: -259 °C
- Punto de Ebullición: -253 °C
- Peso atómico: 1,00797
- Electronegatividad: 2,2
- Número de oxidación: -1, 1

Es el elemento más ligero de la tabla periódica y por lo general se presenta como el gas diatómico  $H_2$  en condiciones normales. Es inflamable, incoloro e inodoro. El hidrógeno es el elemento químico más abundante,

constituyendo aproximadamente tres cuartos de la materia visible del universo. Algunas aplicaciones en estado líquido son para propulsar cohetes espaciales. Se está considerando utilizarlo como combustible al no ser contaminante.



- Nombre: Carbono
- Número atómico: 6
- Símbolo: C
- Punto de fusión: 3526,850 °C
- Punto de Ebullición: 4826,850 °
- Peso atómico: 12,0107
- Electronegatividad: 2,55
- Número de oxidación: 4, 2

Es sólido a temperatura ambiente. Dependiendo de las condiciones de formación, puede encontrarse en la naturaleza en distintas formas alotrópicas, carbono

amorfo y cristalino en forma de grafito o diamante respectivamente. Es el pilar básico de la química orgánica; se conocen cerca de 16 millones de compuestos y forma parte de todos los seres vivos conocidos.



- Nombre: Nitrógeno
- Número atómico: 7
- Símbolo: N
- Punto de fusión: -210 °C
- Punto de Ebullición: -196 °C
- Peso atómico: 14,0067
- Electronegatividad: 3,04
- Número de oxidación: -3, 1, 2, 3, 4, 5

En condiciones normales forma un gas diatómico  $N_2$  que constituye un 78% del aire atmosférico. Algunas de sus aplicaciones más comunes son la

producción de fertilizantes, explosivos, colorantes, amoníaco, así como también para rellenar los paquetes de alimentos y así mantener su frescura.



- Nombre: Oxígeno
- Número atómico: 8
- Símbolo: O
- Punto de fusión: -223 °C
- Punto de Ebullición: -183 °C
- Peso atómico: 15,9994
- Electronegatividad: 3,44
- Número de oxidación: -2, -1

En condiciones normales de presión y temperatura, 2 átomos del elemento se enlazan para formar un gas diatómico incoloro, inodoro e

insípido ( $O_2$ ). Comprende una importante parte de la atmósfera y resulta necesaria para la vida terrestre.



- Nombre: Fósforo
- Número atómico: 15
- Símbolo: P
- Punto de fusión: 44 °C
- Punto de Ebullición: 277 °C
- Peso atómico: 30,9737620
- Electronegatividad: 2,19
- Número de oxidación: -3, 3, 4, 5

Es muy reactivo y se oxida espontáneamente en contacto con el oxígeno atmosférico emitiendo luz. Tiene un uso comercial en la elaboración de ácido fosfórico, sus compuestos son usados como

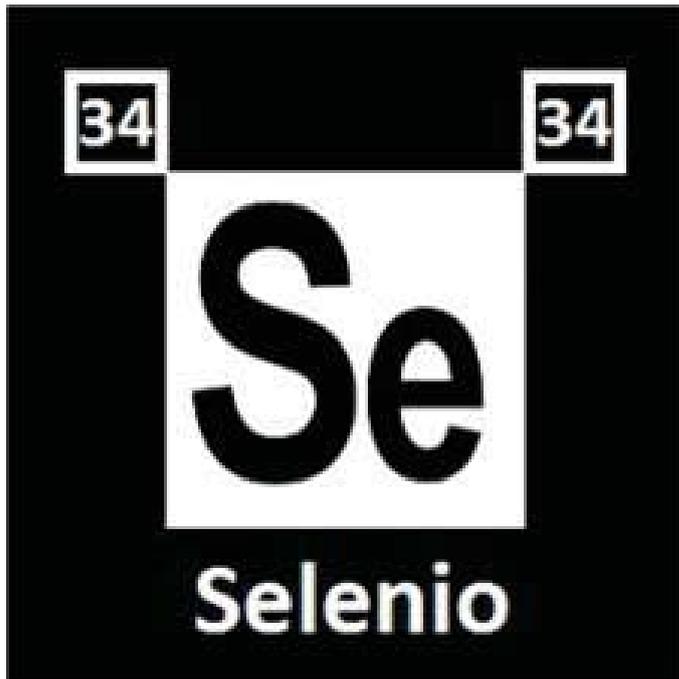
fertilizantes, también se utiliza para aclarar las soluciones de azúcar, el fosforo blanco es utilizado en la fabricación de veneno para ratas, insecticidas, material pirotécnico, el fósforo rojo se utiliza en la fabricación de cerillos.



- Nombre: Azufre
- Número atómico: 16
- Símbolo: S
- Punto de fusión: 115 °C
- Punto de Ebullición: 445 °C
- Peso atómico: 32,065
- Electronegatividad: 2,58
- Número de oxidación: 2, 4, 6

El azufre es un elemento muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra en grandes cantidades combinado en forma de sulfuros y de sulfatos. En forma nativa se encuentra

en las cercanías de aguas termales, zonas volcánicas y en minas. Es utilizado en procesos industriales como la producción de ácido sulfúrico para baterías, la fabricación de pólvora y el vulcanizado del caucho.



- Nombre: Selenio
- Número atómico: 34
- Símbolo: Se
- Punto de fusión: 221 °C
- Punto de Ebullición: 685 °C
- Peso atómico: 78,96
- Electronegatividad: 2,48
- Número de oxidación: -2, 2, 4, 6

Elemento químico de número atómico 34, masa atómica 78,96 y símbolo *Se*, es un elemento semimetálico sólido de color gris brillante, de características parecidas a las del azufre, que se emplea en

instalaciones eléctricas por ser buen conductor de la electricidad y en la fabricación de vidrio.

## 3. Metales

Los metales son un grupo de elementos químicos que presentan todas o gran parte de las siguientes propiedades físicas: estado sólido a temperatura normal, excepto el mercurio que es líquido; opacidad, excepto en capas muy finas; buenos conductores eléctricos y térmicos; brillantes, una vez pulidos, y estructura cristalina en estado sólido.

Dentro de este grupo se encuentran 6 categorías las cuales son:

### 3.1 Alcalinos

Los metales alcalinos corresponden al Grupo 1 de la Tabla Periódica, constituyen el 4,8 por ciento de la corteza terrestre, incluyendo capa acuosa y atmósfera. El sodio y el potasio son los más abundantes; el resto es raro.

El nombre de esta familia proviene de la palabra árabe álcalis, que significa cenizas; ya que los primeros compuestos de sodio y potasio fueron descubiertos en cenizas de maderas.

También, al reaccionar con agua, estos metales forman hidróxidos, que son compuestos que antes se llamaban álcalis.

Son metales blandos, tan es así que el sodio se puede cortar fácilmente con un cuchillo. Al cortarlos o fundirlos se observa su color plateado y su brillo metálico.

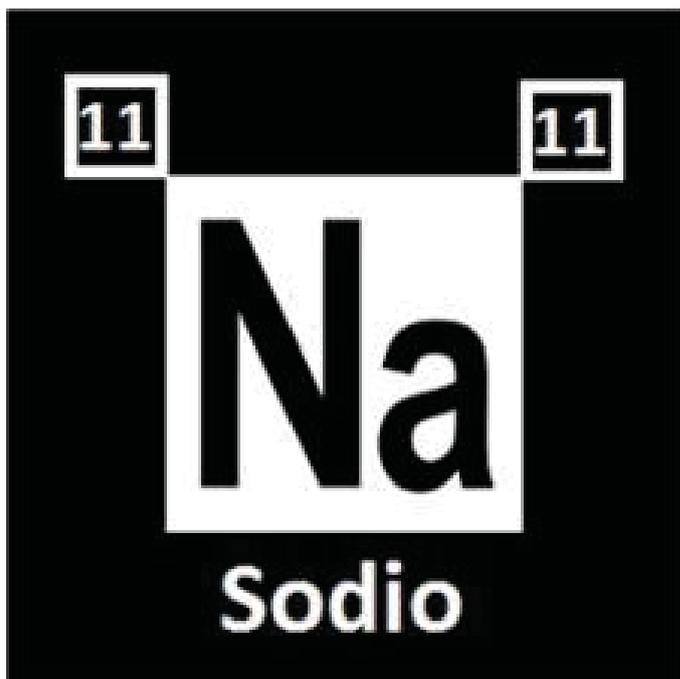
Los elementos pertenecientes a este grupo son:



- Nombre: Litio
- Número atómico: 3
- Símbolo: Li
- Punto de fusión: 181 °C
- Punto de Ebullición: 1342 °C
- Peso atómico: 6,94174064
- Electronegatividad: 0,98
- Número de oxidación: 1

En su forma pura, es un metal blando, de color blanco plata, que se oxida rápidamente en aire o agua. Es el elemento sólido más ligero y se emplea especialmente en aleaciones conductoras del calor, en baterías

eléctricas y, sus sales, en el tratamiento del trastorno bipolar.



- Nombre: Sodio
- Número atómico: 11
- Símbolo: Na
- Punto de fusión: 98 °C
- Punto de Ebullición: 883 °C
- Peso atómico: 22,98976928
- Electronegatividad: 0,93
- Número de oxidación: 1

Es blando, de color plateado, muy abundante en la naturaleza, encontrándose en la sal marina. Es muy reactivo, se oxida en presencia de oxígeno y reacciona violentamente con el agua. El sodio flota en el agua descomponiéndola, desprendiendo

hidrógeno y formando un hidróxido.



- Nombre: Potasio
- Número atómico: 19
- Símbolo: K
- Punto de fusión: 63 °C
- Punto de Ebullición: 759 °C
- Peso atómico: 39,0983
- Electronegatividad: 0,82
- Número de oxidación: 1

Es un elemento químico esencial para la vida. Se usa, junto con el sodio, como refrigerante en las plantas eléctricas nucleares. Los compuestos tienen muchos usos: el bromuro y el yoduro se emplean en

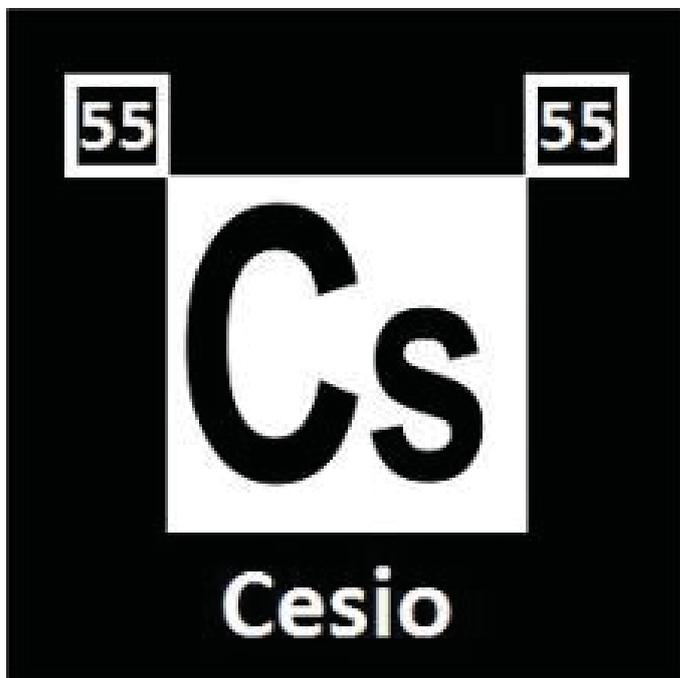
medicina y en fotografía, el clorato en la fabricación de algunos, el sulfato se emplea como fertilizante para la agricultura, el hidróxido se emplea para fabricar jabones blandos. También se utiliza para elaborar Biosal.



- Nombre: Rubidio
- Número atómico: 37
- Símbolo: Rb
- Punto de fusión: 39 °C
- Punto de Ebullición: 688 °
- Peso atómico: 85,4678
- Electronegatividad: 0.82
- Número de oxidación: 1

El rubidio es un metal alcalino blando, de color plateado blanco brillante que empaña rápidamente al aire, muy reactivo —es el segundo elemento alcalino menos

electronegativo y puede encontrarse líquido a temperatura ambiente. Al igual que los demás elementos del grupo 1 puede arder espontáneamente en aire con llama de color violeta amarillento, reacciona violentamente con el agua desprendiendo hidrógeno y forma amalgama con mercurio.



- Nombre: Cesio
- Número atómico: 55
- Símbolo: Cs
- Punto de fusión: 28 °C
- Punto de Ebullición: 671 °C
- Peso atómico: 132,90545
- Electronegatividad: 0,79
- Número de oxidación: 1

El cesio es un metal blando, ligero y de bajo punto de fusión. Es el segundo menos electronegativo de todos los elementos después del francio. El cesio reacciona en forma

vigorosa con oxígeno para formar una mezcla de óxidos. En aire húmedo, el calor de oxidación puede ser suficiente para fundir y prender el metal. El cesio no reacciona con nitrógeno para formar nitruros, pero reacciona con el hidrógeno a temperaturas altas para producir un hidruro muy estable.



- Nombre: Francio
- Número atómico: 87
- Símbolo: Fr
- Punto de fusión: 27 °C
- Punto de Ebullición: 677 °C
- Peso atómico: 223
- Electronegatividad: 0,7
- Número de oxidación: 1

El francio es un metal alcalino altamente radiactivo y reactivo que se desintegra generando astato, radio y radón. Como el resto de metales alcalinos, sólo posee un electrón en su capa de valencia. El francio fue el último elemento químico descubierto en

la naturaleza antes de ser sintetizado. Fuera del laboratorio, el francio es extremadamente escaso, encontrándose en trazas en menas de uranio y de torio.

## 3.2 Alcalinotérreos

Serie de seis elementos químicos que se encuentran en el grupo 2, Son menos reactivos que los metales alcalinos, pero lo suficiente como para no existir libres en la naturaleza.

Menos electropositivos y más básico. Forman compuestos iónicos. El berilio muestra diferencias significativas con los restos de los elementos.

La energía de ionización más alta es compensada por las energías de hidratación o energías reticulares.

Compuestos diamagnéticos e incoloros. Son poderosos agentes reductores, es decir, se desprenden fácilmente de los electrones.

Los elementos que componen esta categoría son:



- Nombre: Berilio
- Número atómico: 4
- Símbolo: Be
- Punto de fusión: 1287 °C
- Punto de Ebullición: 2469 °C
- Peso atómico: 9,0122
- Electronegatividad: 1,57
- Número de oxidación: 2

Es un metal de color gris, muy ligero, que se obtiene del berilo y se usa en la fabricación de aviones y tubos de rayos X, en los reactores nucleares y en computadoras, láser,

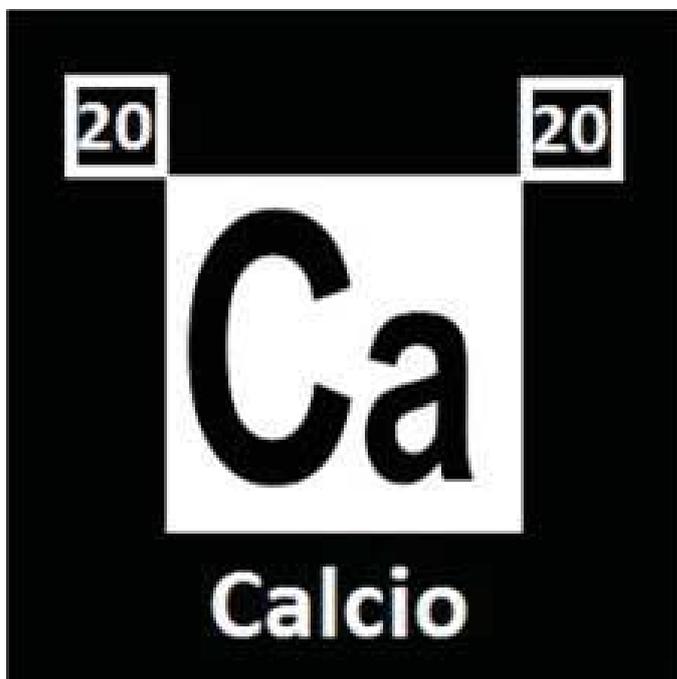
televisión, etc.



- Nombre: Magnesio
- Número atómico: 12
- Símbolo: Mg
- Punto de fusión: 650 °C
- Punto de Ebullición: 1090 °C
- Peso atómico: 24,3247
- Electronegatividad: 1,31
- Número de oxidación: 2

Constituye aproximadamente un 2% de la corteza terrestre y el tercero más abundante disuelto en el agua de mar. El ion magnesio es esencial para todas las células vivas. El metal puro no se encuentra en la

naturaleza. Su principal uso es en las aleaciones de magnesio que tienen gran resistencia a la tensión.



- Nombre: Calcio
- Número atómico: 20
- Símbolo: Ca
- Punto de fusión: 842 °C
- Punto de Ebullición: 1527 °C
- Peso atómico: 40,078
- Electronegatividad: 1,00
- Número de oxidación: 2

Posee un color blanco-plateado. Arde con llama roja formando óxido de calcio. Reacciona violentamente con el agua en su estado de metal formando Hidróxido. Es un componente esencial para la conservación del esqueleto y

dientes y junto con el magnesio forma nueva masa ósea. La Falta de calcio puede provocar Osteoporosis en las personas.



- Nombre: Estroncio
- Número atómico: 38
- Símbolo: Sr
- Punto de fusión: 777 °C
- Punto de Ebullición: 1382 °C
- Peso atómico: 87,62
- Electronegatividad: 0,95
- Número de oxidación: 2

El estroncio es un metal blando de color plateado brillante, algo maleable, que rápidamente se oxida en presencia de aire adquiriendo un tono amarillento por la formación de óxido, por lo que debe conservarse sumergido en parafina. Debido a su elevada

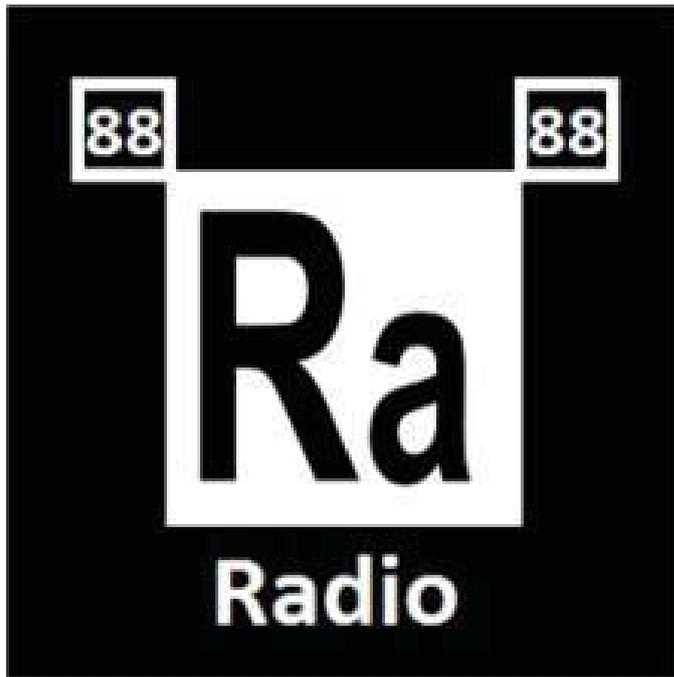
reactividad el metal se encuentra en la naturaleza combinado con otros elementos formando compuestos.



- Nombre: Bario
- Número atómico: 56
- Símbolo: Ba
- Punto de fusión: 727 °C
- Punto de Ebullición: 1845 °C
- Peso atómico: 137,327
- Electronegatividad: 0,89
- Número de oxidación: 2

El bario es un elemento metálico que es químicamente similar al calcio, pero más reactivo. Este metal se oxida con mucha facilidad cuando se expone al aire y es altamente reactivo con el agua o el alcohol, que produce

gas hidrógeno. Se quema con el aire o el oxígeno, no sólo produce el óxido de bario (BaO), sino también el peróxido.



- Nombre: Radio
- Número atómico: 88
- Símbolo: Ra
- Punto de fusión: 700 °C
- Punto de Ebullición: 1737 °C
- Peso atómico: 226,0254
- Electronegatividad: 0,9
- Número de oxidación: 2

Es de color blanco inmaculado, pero se ennegrece con la exposición al aire. El radio es un alcalinotérreo que se encuentra a nivel de trazas en minas de uranio. Es extremadamente radiactivo, un millón de veces más que

el uranio.

### 3.3 Lantánidos

La serie de lantánidos es el grupo de elementos químicos que siguen al lantano en el grupo IIIB de la tabla periódica. Su distinción atómica es que ocupan en subnivel electrónico 4f. En un principio, sólo estos elementos con números atómicos 58 a 71 son lantánidos.

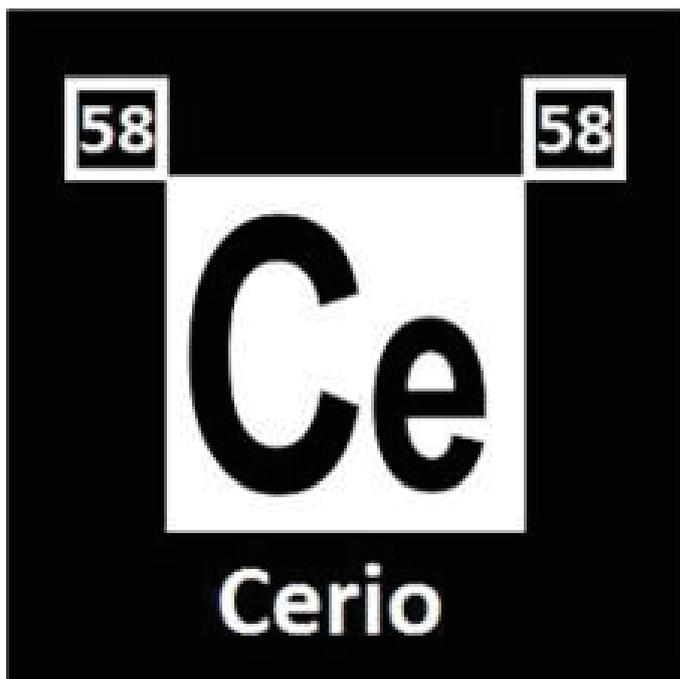
Los lantánidos se encuentran en muchos minerales, principalmente en la monazita. En rocas ígneas sobre la superficie de la tierra, el cerio es el elemento más abundante de ellos. Los lantánidos puros son metales plateados con altos puntos de ebullición. Reaccionan lentamente con el aire, excepto el Samario, el Europio, y el Iterbio, que son mucho más reactivos con el oxígeno.



- Nombre: Lantano
- Número atómico: 57
- Símbolo: La
- Punto de fusión: 920 °C
- Punto de Ebullición: 3457 °C
- Peso atómico: 138,9055
- Electronegatividad: 1,1
- Número de oxidación: 3

El lantano, como las otras tierras raras, existe solo en minerales a causa de su reactividad química. Aleado con cerio, neodimio, praseodimio, gadolinio e iterbio forma la aleación llamada mischmetal, utilizada para

fabricar piedras de encendedor. El óxido de lantano confiere al vidrio resistencia a las bases y se emplea para la fabricación de vidrios ópticos especiales. Además se usa para fabricar crisoles.



- Nombre: Cerio
- Número atómico: 58
- Símbolo: Ce
- Punto de fusión: 798 °C
- Punto de Ebullición: 3426 °C
- Peso atómico: 140,116
- Electronegatividad: 1,12
- Número de oxidación: 3,4

Es un metal blando, de color gris metálico similar al hierro, dúctil, que se oxida fácilmente al contacto con el aire y se torna pardo rojizo. El cerio es el más abundante de los elementos de las tierras raras, su abundancia

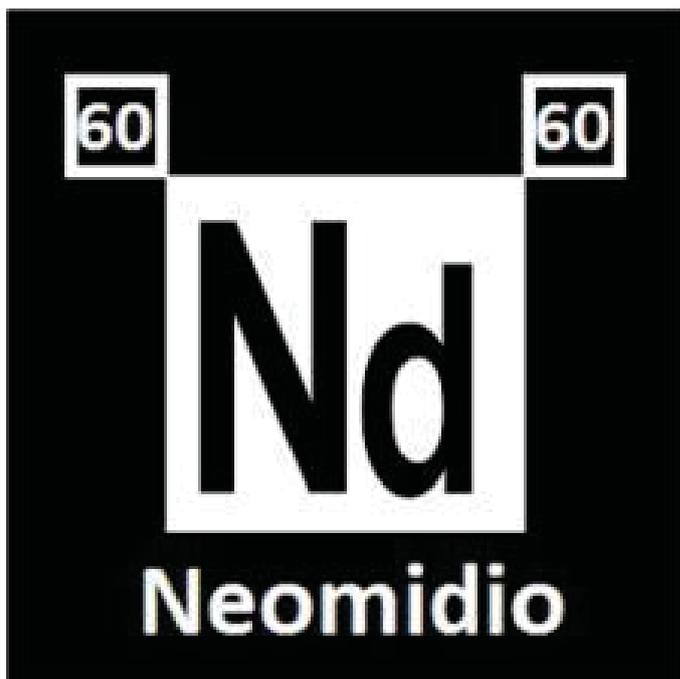
representa solo el 0,0046% en peso de la corteza terrestre, donde aparece disperso en diversos minerales, como la cerita, bastnasita y monacita. Existen numerosas aplicaciones comerciales del cerio.



- Nombre: Praseodimio
- Número atómico: 59
- Símbolo: Pr
- Punto de fusión: 931 °C
- Punto de Ebullición: 3520 °C
- Peso atómico: 140,90765
- Electronegatividad: 1,1
- Número de oxidación: 3

El praseodimio es un elemento metálico plateado suave, y pertenece al grupo de loslantánidos. Es algo más resistente a la corrosión en aire que el europio, el lantano, elcerio, o el neodimio, pero desarrolla una capa

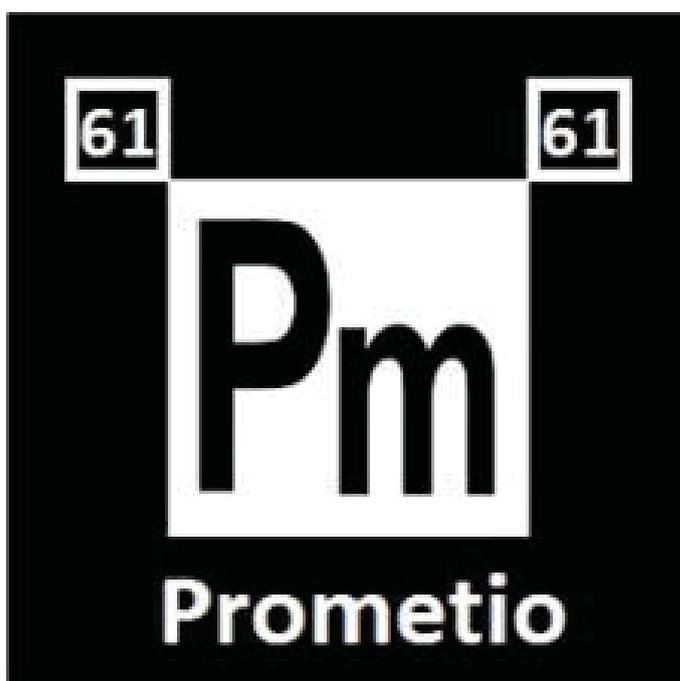
verde de óxido cuando se rompe o cuando está expuesto al aire, exponiendo más metal a la oxidación. Por esta razón, el praseodimio se debe guardar bajo un aceite mineral ligero o sellar en un cristal.



- Nombre: Neodimio
- Número atómico: 60
- Símbolo: Nd
- Punto de fusión: 1024 °C
- Punto de Ebullición: 3100 °C
- Peso atómico: 144,24
- Electronegatividad: 1,14
- Número de oxidación: 3

Es una tierra rara que compone el metal de Misch aproximadamente en un 18% siendo una de las tierras raras más reactivas. Posee un brillo metálico-plateado y brillante. Oscurece rápidamente al contacto con el aire

formando un óxido. Pertenece a la familia de los elementos de transición interna y contiene en su forma estable 60 electrones y su isótopo más conocido es Nd-142



- Nombre: Prometio
- Número atómico: 61
- Símbolo: Pr
- Punto de fusión: 1100 °C
- Punto de Ebullición: 3000 °C
- Peso atómico: 145
- Electronegatividad: 1,13
- Número de oxidación: 3

El prometio podría ser usado para hacer una batería que funcione con energía nuclear. Este tipo de batería usaría las partículas beta emitidas por la transformación del prometio para hacer que un fósforo

diera luz. Esta luz sería luego convertida en electricidad por un aparato similar a un panel solar. Se estima que este tipo de batería podría suministrar energía durante cinco años.



- Nombre: Samario
- Número atómico: 62
- Símbolo: Sm
- Punto de fusión: 1072 °C
- Punto de Ebullición: 1803 °C
- Peso atómico: 150,36
- Electronegatividad: 1,17
- Número de oxidación: 2, 3

El samario es un metal lantánido, con un lustre plateado brillante. Tres modificaciones cristalinas del metal también existen, con transformaciones, por lo que es polimórfico. Los átomos individuales de

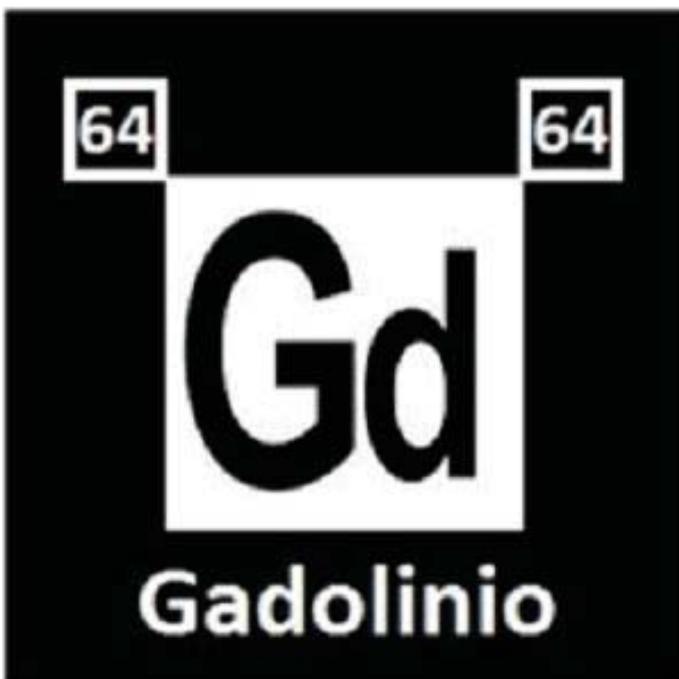
samario se pueden aislar en moléculas de fullereno.



- Nombre: Europio
- Número atómico: 63
- Símbolo: Eu
- Punto de fusión: 826 °C
- Punto de Ebullición: 1527 °C
- Peso atómico: 151,964
- Electronegatividad: 1,2
- Número de oxidación: 2, 3

El europio es el más reactivo de todos los elementos de tierras raras (lantánidos y actínidos). No existen aplicaciones comerciales para el europio metálico, aunque ha sido usado para contaminar algunos tipos de

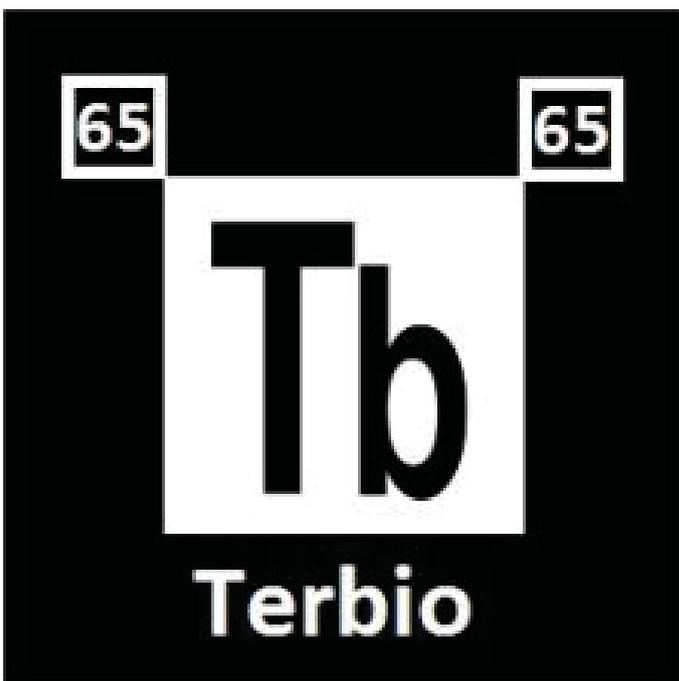
plásticos para hacer láseres. Ya que es un buen absorbente de neutrones, el europio está siendo estudiado para ser usado en reactores nucleares.



- Nombre: Gadolinio
- Número atómico: 64
- Símbolo: Gd
- Punto de fusión: 1312 °C
- Punto de Ebullición: 3250 °C
- Peso atómico: 157,25
- Electronegatividad: 1,20
- Número de oxidación: 3

El gadolinio es utilizado en la refrigeración magnética a nivel industrial y científico, sin embargo, su alto costo y la necesidad de usar arsénico en el proceso lo inhabilitan para la refrigeración hogareña. El gadolinio no se encuentra en la

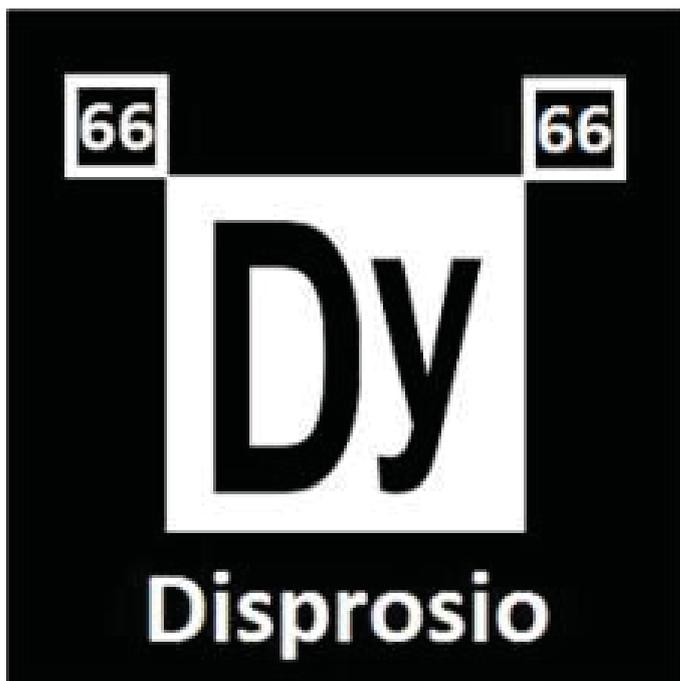
naturaleza como elemento libre.



- Nombre: Terbio
- Número atómico: 65
- Símbolo: Tb
- Punto de fusión: 1356 °C
- Punto de Ebullición: 3230 °C
- Peso atómico: 158,92534
- Electronegatividad: 1,20
- Número de oxidación: 4

Es un metal de transición interna de la familia de los lantánidos del Sistema Periódico. Se encuentra habitualmente como óxido en las tierras raras. Forma sales trivalentes de color blanco cuyas soluciones son

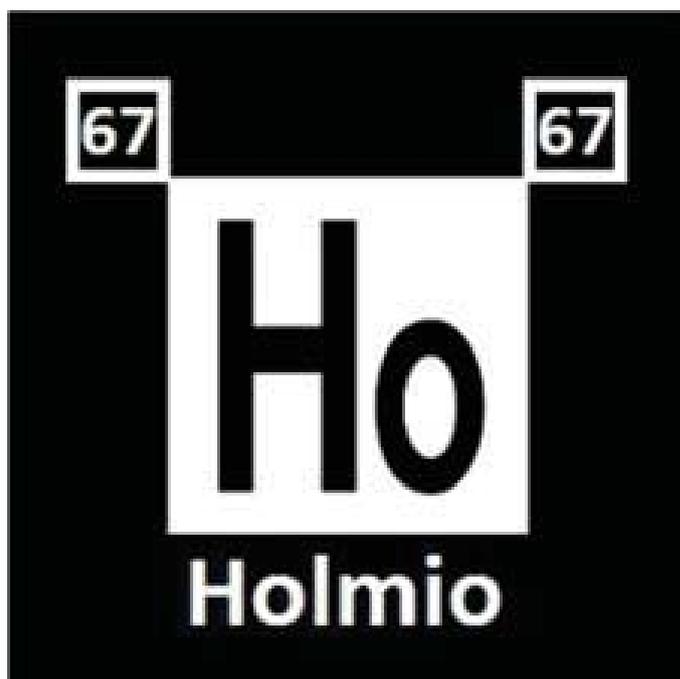
incoloras. Su concentración en la corteza terrestre es de 0,09 ppm. El terbio no se encuentra nunca en estado libre en la naturaleza, sino contenido en diversos minerales como la cerita, la gadolinita, la monazita, la xenotima y la euxenita, algunos de ellos con un contenido inferior al 1% de terbio.



- Nombre: Disprosio
- Número atómico: 66
- Símbolo: Dy
- Punto de fusión: 1407 °C
- Punto de Ebullición: 2567 °C
- Peso atómico: 162,500
- Electronegatividad: 1,22
- Número de oxidación: 3

El disprosio es una lantánido que presenta brillo metálico plateado y es relativamente estable en aire a temperatura ambiente, pero se disuelve fácilmente en ácidos minerales, sean concentrados o diluidos, con emisión de hidrógeno, esto es, oxidándose. Es lo

bastante blando como para ser cortado con un cuchillo, y puede ser procesado con máquinas sin emitir chispas, si se evita el sobrecalentamiento.



- Nombre: Holmio
- Número atómico: 67
- Símbolo: Ho
- Punto de fusión: 1469,850 °C
- Punto de Ebullición: 2694,850 °C
- Peso atómico: 164,9303
- Electronegatividad: 1,23
- Número de oxidación: 3

El holmio es un elemento relativamente blando y maleable que es bastante resistente a la corrosión y estable en aire seco en condiciones normales de presión y temperatura. En el aire húmedo y en temperaturas más

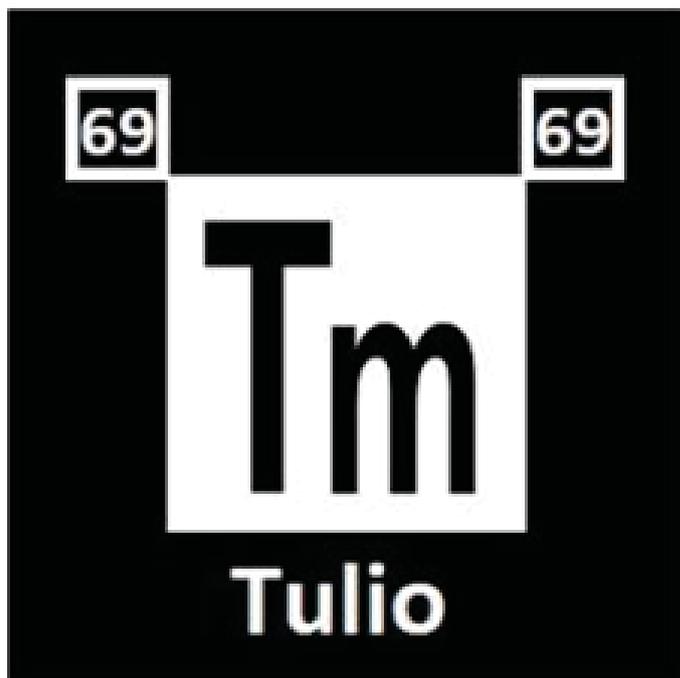
altas, sin embargo, se oxida rápidamente, formando un óxido amarillento. En su forma pura, el holmio posee un brillo metálico, de color plateado brillante.



- Nombre: Erbío
- Número atómico: 68
- Símbolo: Er
- Punto de fusión: 1522 °C
- Punto de Ebullición: 2863 °C
- Peso atómico: 167,259
- Electronegatividad: 1,24
- Número de oxidación: 3

El erbio es un elemento trivalente, maleable, relativamente estable en el aire y no se oxida tan rápidamente como otros metales de las tierras raras (lantánidos y actínidos). Sus sales son rosadas y el elemento

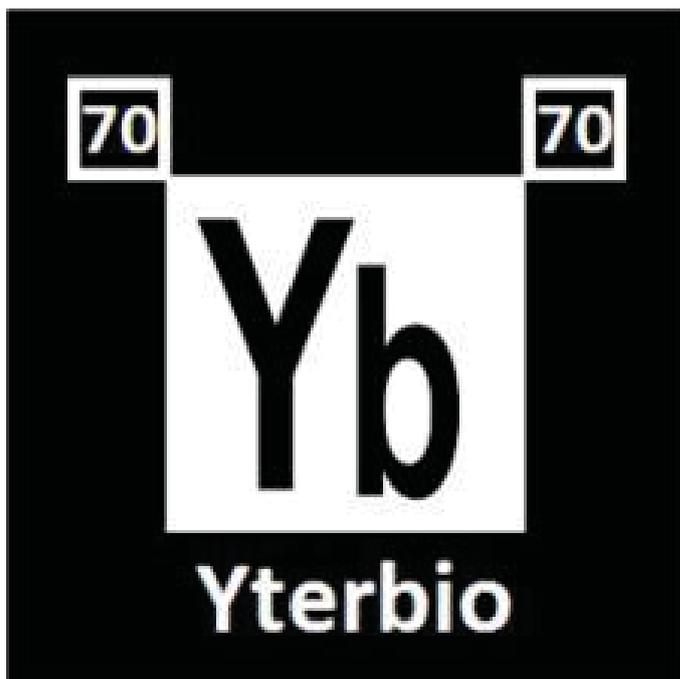
origina un característico espectro de absorción en el espectro visible, ultravioleta y cerca del infrarrojo. Su óxido es la erbia.



- Número atómico: 69
- Símbolo: Tm
- Punto de fusión: 1545 °C
- Punto de Ebullición: 1947 °C
- Peso atómico: 168,934
- Electronegatividad: 1,25
- Número de oxidación: 3

El tulio es un elemento de la familia de los lantánidos que no se encuentra en la naturaleza en estado puro, pero se encuentra en pequeñas cantidades en los minerales con otras tierras raras (lantánidos y actínidos. Su abundancia en la corteza terrestre es

de 0,5 mg/kg. Los nuevos iones de cambio y las técnicas de extracción con disolvente han dado lugar a más fácil la separación de las tierras raras, que ha dado unos costes muy inferiores a la producción de tulio.



- Nombre: Iterbio
- Número atómico: 70
- Símbolo: Yb
- Punto de fusión: 824 °C
- Punto de Ebullición: 1194 °C
- Peso atómico: 173,04
- Electronegatividad: 1,1
- Número de oxidación: 3

El iterbio es un elemento metálico plateado blando, una tierra rara de la serie de los lantánidos que se halla en la gadolinita, la monazita y el xenotimo. El iterbio se asocia a veces con el itrio u otros elementos

relacionados y se usa en algunos aceros. El iterbio natural es una mezcla de siete isótopos estables.



- Nombre: Lutencio
- Número atómico: 71
- Símbolo: Lu
- Punto de fusión: 1652 °C
- Punto de Ebullición: 3402 °C
- Peso atómico: 174,967
- Electronegatividad: 1,27
- Número de oxidación: 3

A pesar de ser uno de los elementos del bloque d, aparece con frecuencia incluido entre los lantánidos, ya que comparte con estas tierras raras muchas propiedades, siendo de hecho el elemento más difícil

de aislar de todos ellos, lo que justifica su carestía y las relativamente pocas utilidades que se le han encontrado aún. El lutecio es un metal trivalente de color blanco plateado resistente a la corrosión y relativamente estable en presencia de aire.

## 3.4 Actínidos

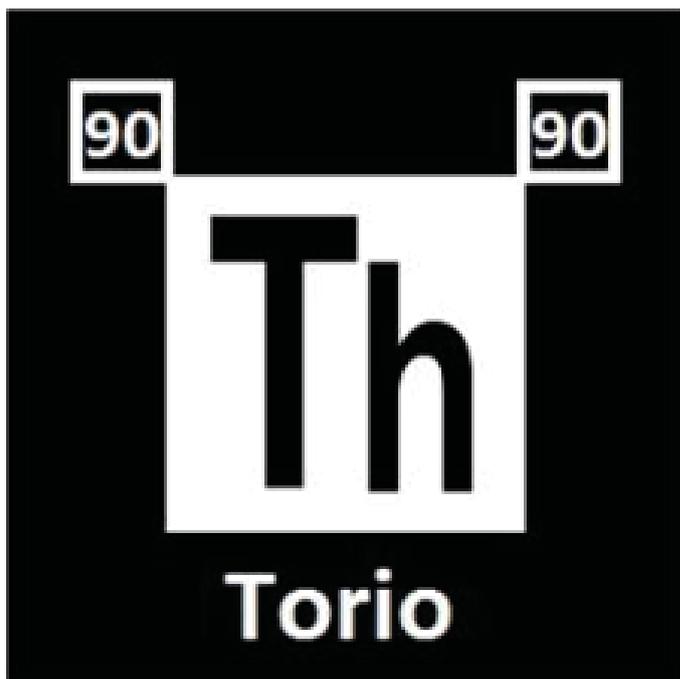
Los elementos actínidos constituyen un grupo de quince elementos consecutivos en la tabla periódica, estos elementos se encuentran encabezados por el elemento actinio, de símbolo Ac, y número atómico 89, hasta el lawrencio de símbolo Lw, y número atómico 103. Como grupo son significativamente importantes debido a la radioactividad. A pesar que muchos elementos se los pueden encontrar en la naturaleza, la mayoría de los de este grupo, han sido obtenidos artificialmente por el hombre. Entre los elementos más importantes nombramos al uranio y el plutonio que han sido utilizados en la bomba atómica y que actualmente son usados cada vez con mayor frecuencia con el fin de obtener energía eléctrica.



- Nombre: Actinio
- Número atómico: 89
- Símbolo: Ac
- Punto de fusión: 1050 °C
- Punto de Ebullición: 3198 °C
- Peso atómico: 227
- Electronegatividad: 1,1
- Número de oxidación: 3

El uso del actinio es casi exclusivo para investigaciones científicas. La radiactividad del actinio es del orden de 150 veces la del radio, haciéndolo útil como fuente de neutrones; al margen de ello, no tiene

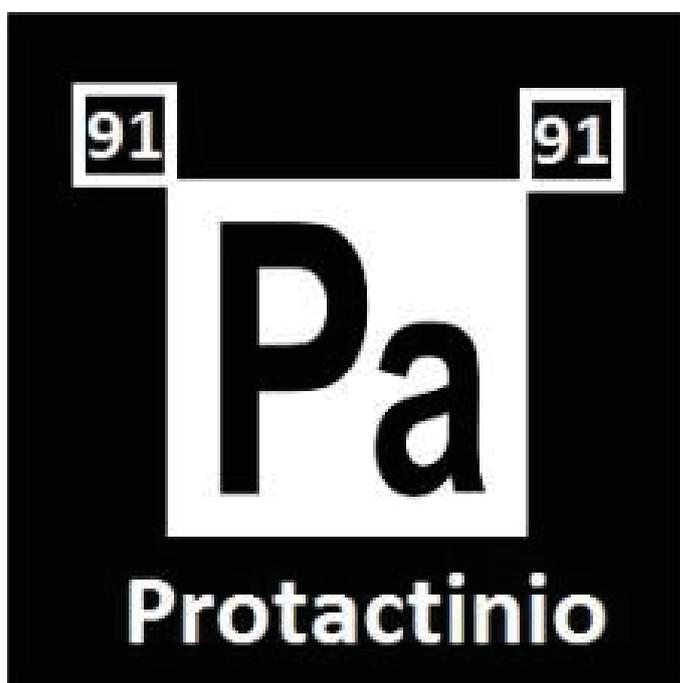
aplicaciones industriales significativas.



- Torio
- Número atómico: 90
- Símbolo: Th
- Punto de fusión: 1754,850 °C
- Punto de Ebullición: 4787,850 °C
- Peso atómico: 232,0381
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3, 4

El torio en estado puro, es un metal blanco-plateado que se oxida con mucha lentitud. Si se reduce a un polvo muy fino y se calienta, arde emitiendo una luz blanca deslumbrante. El torio pertenece a la familia de las

substancias radiactivas, lo que significa que su núcleo es inestable y que en un lapso de tiempo más o menos largo se transforma en otro elemento.



- Nombre: Protactinio
- Número atómico: 91
- Símbolo: Pa
- Punto de fusión: 1840 °C
- Punto de Ebullición: 4027 °C
- Peso atómico: 231,03588
- Electronegatividad: 1,5
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5

El protactinio es tóxico y altamente radiactivo. Por este motivo, requiere precauciones similares a las usadas cuando se maneja plutonio. En 1961, la Autoridad de la energía atómica del Reino Unido fue capaz de

producir 125 g de protactinio puro al 99,9% procesando 60 toneladas de material de desecho en un proceso de 12 etapas con un gasto de \$500.000.



- Nombre: Uranio
- Número atómico: 92
- Símbolo: Np
- Punto de fusión: 1132 °C
- Punto de Ebullición: 4131 °C
- Peso atómico: 238,02891
- Electronegatividad: 1,38
- Número de oxidación: 3, 4, 5, 6

Cuarto de la familia de los actínidos o segundo período de transición interna de la tabla periódica de los elementos. Se obtiene artificialmente. Es un metal blanco plateado, similar químicamente al

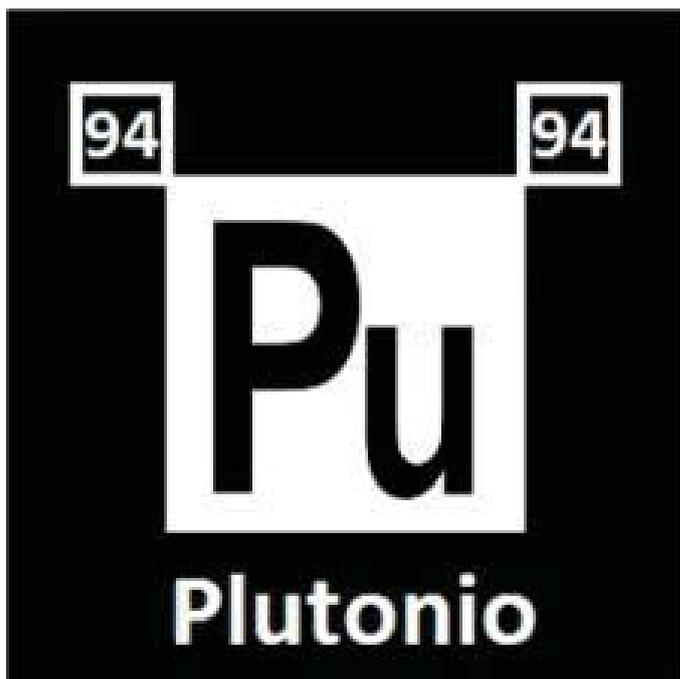
uranio. Existen diversas variedades cristalinas. El neptunio es un elemento reactivo que es mezclable a la mayoría de los elementos.



- Nombre: Neptunio
- Número atómico: 93
- Símbolo: Np
- Punto de fusión: 637 °C
- Punto de Ebullición: 3902 °C
- Peso atómico: 237
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 3, 4, 5, 6

Cuarto de la familia de los actínidos o segundo período de transición interna de la tabla periódica de los elementos. Se obtiene artificialmente. Es un metal blanco plateado, similar químicamente al

uranio. Existen diversas variedades cristalinas. El neptunio es un elemento reactivo que es mezclable a la mayoría de los elementos.



- Nombre: Plutonio
- Número atómico: 94
- Símbolo: Pu
- Punto de fusión: 640
- Punto de Ebullición: 3235
- Peso atómico: 244
- Electronegatividad: 1,28
- Número de oxidación: 3, 4, 5, 6

Químicamente, el plutonio es reactivo, y sus propiedades se asemejan a las de los lantánidos. El metal plateado, que se vuelve ligeramente amarillo con la oxidación causada por la exposición al aire, existe

en seis formas cristalinas y tiene cuatro estados de oxidación diferentes. El metal desprende calor debido a su radiactividad. Es un veneno extremadamente peligroso debido a su alta radiactividad.



- Nombre: Americio
- Número atómico: 95
- Símbolo: Am
- Punto de fusión: 1176 °C
- Punto de Ebullición: 2607 °C
- Peso atómico: 243
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5, 6, 7

El Americio es un actínido que tiene cierta utilidad en el hogar y en la industria: algunos detectores de humo contienen una pequeña muestra,

normalmente unos 2 gramos de americio, como fuente de radiación ionizante. El americio puro tiene un lustre plateado y blanco. Es más plateado que el Plutonio y el Neptunio, y aparentemente más maleable que éste o el Uranio.



- Nombre: Curio
- Número atómico: 96
- Símbolo: Cm
- Punto de fusión: 1340 °C
- Punto de Ebullición: 3110 °C
- Peso atómico: 247
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 3

El curio fue sintetizado por primera vez en la Universidad de California, Berkeley y también por Glenn T. Seaborg, Ralph A. James y Albert Ghiorso en 1944. Se eligió el nombre curio en honor a Marie

Curie y su marido Pierre, famosos por descubrir el radio y por otros importantes trabajos sobre radiactividad.



- Nombre: Berkelio
- Número atómico: 97
- Símbolo: Bk
- Punto de fusión: 637 °C
- Punto de Ebullición: 3999,850 °C
- Peso atómico: 247
- Electronegatividad: 1,36
- Número de oxidación: 3, 4, 5, 6

El berkelio es un elemento sintético de la tabla periódica cuyo símbolo es el Bk y su número atómico es 97. Pertenece a la serie de los actínidos y elementos transuránicos. Su nombre es un

homenaje a la ciudad de Berkeley, California, sitio en el cual se encuentra el Laboratorio de Radiación de la Universidad de California en el cual se descubrió este elemento en diciembre de 1949. El berkelio fue el quinto elemento descubierto luego del neptunio, plutonio, curio y americio.



- Nombre: Californio
- Número atómico: 98
- Símbolo: Cf
- Punto de fusión: 900 °C
- Punto de Ebullición: 1470 °C
- Peso atómico: 251
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3, 4

El californio es un elemento químico radiactivo con símbolo Cf y número atómico 98. Este elemento fue obtenido por primera vez en la Universidad de California en Berkeley. Es un elemento actínido, el

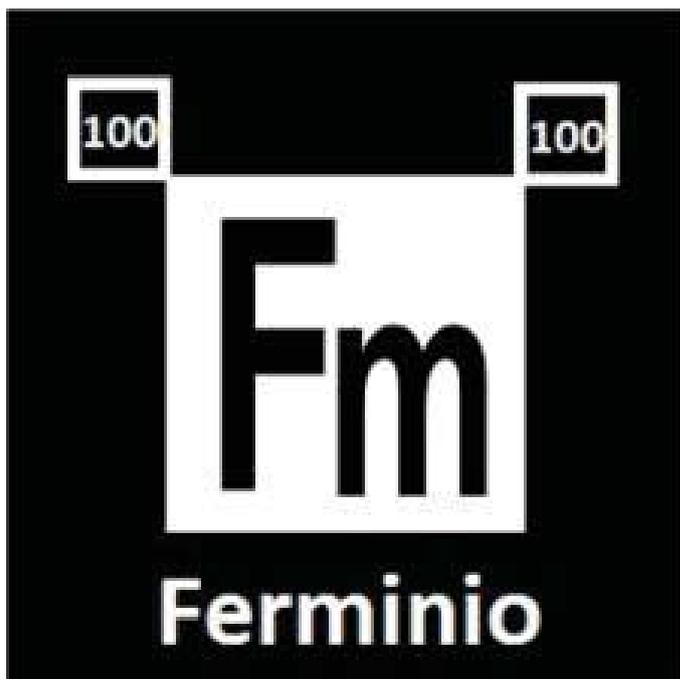
sexto de los elementos transuránicos en ser sintetizado, y tiene la segunda mayor masa atómica de todos los elementos que han sido producidos en cantidades suficientemente grandes para ser visto a simple vista, después del einstenio. El nombre del elemento se debe a California y la Universidad de California. Es el elemento más pesado que se produce en la Tierra de forma natural; los elementos de mayor masa atómica solo pueden ser producidos mediante síntesis.



- Nombre: Einstenio
- Número atómico: 99
- Símbolo: Es
- Punto de fusión: 860 °C
- Punto de Ebullición: Desconocido
- Peso atómico: 252
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3, 4

El einstenio es un elemento sintético de la tabla periódica cuyo símbolo es "Es" y su número atómico es 99. Fue llamado así en honor de Albert Einstein, aunque se

descubrió en diciembre de 1952 en los restos de la primera explosión termonuclear en el Pacífico, realizada un mes antes, por el equipo de investigadores formado por G. R. Choppin, A. Ghiorso, B. G. Harvey y S. G. Thompson.



- Nombre: Fermio
- Número atómico: 100
- Símbolo: Fm
- Punto de fusión: 852 °C
- Punto de Ebullición: Desconocido
- Peso atómico: 257
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: -

El fermio es un elemento químico radiactivo creado artificialmente cuyo número atómico es 100, de símbolo Fm. Existen 16 isótopos conocidos siendo el Fm el más estable con un periodo de semi

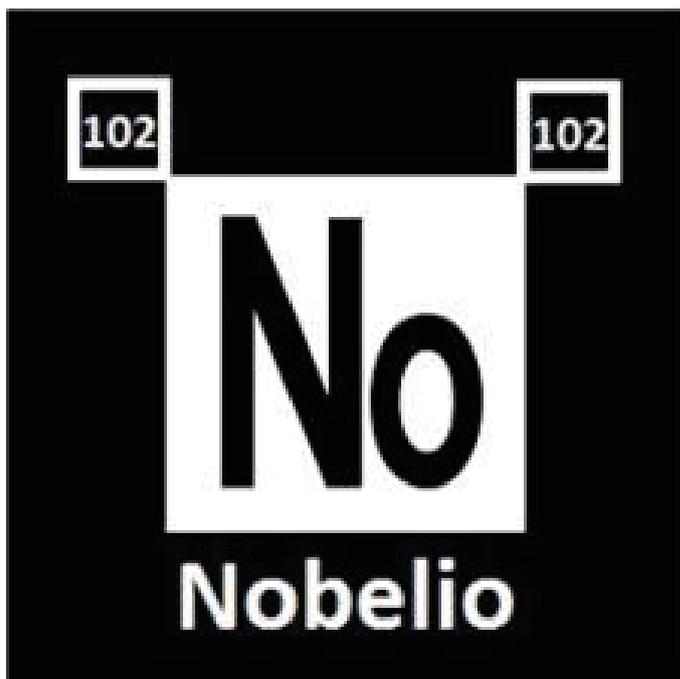
desintegración de 100,5 días. El fermio es uno de los elementos transuránicos del grupo de los actínidos del sistema periódico. El elemento fue aislado en 1952, a partir de los restos de una explosión de bomba de hidrógeno, por el químico estadounidense Albert Ghiorso y sus colegas. Más tarde el fermio fue preparado sintéticamente en un reactor nuclear bombardeando plutonio con neutrones, y en un ciclotrón bombardeando uranio 238 con iones de nitrógeno.



- Nombre: Mendelevio
- Número atómico: 101
- Símbolo: Md
- Punto de fusión: 827 °C
- Punto de Ebullición: Desconocido
- Peso atómico: 258
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3

El mendelevio es un elemento químico. Su símbolo es Md y su número atómico es el 101. Es un elemento sintético, es decir, fue creado en los laboratorios. El nombre de este

elemento proviene del creador de la Tabla periódica de los elementos: Dimitri Mendeléyev. El mendelevio es el noveno elemento transuránico descubierto de la serie de los actínidos.



- Nombre: Nobelio
- Número atómico: 102
- Símbolo: No
- Punto de fusión: 827 °C
- Punto de Ebullición: Desconocido
- Peso atómico: 259
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3

El nobelio es un elemento sintético de la tabla periódica cuyo símbolo es No y su número atómico es 102, llamado así en honor del inventor Alfred Nobel. Es el 11º elemento sintético de la tabla

periódica. Su decaimiento se realiza por emisión de partículas alfa, es decir, un ion de helio doblemente cargado. Hasta la fecha sólo se han producido cantidades atómicas del elemento. El nobelio es el décimo elemento más pesado que el uranio producido sintéticamente y el 14º miembro de los actínidos.



- Nombre: Laurencio
- Número atómico: 103
- Símbolo: Lr
- Punto de fusión: 1627 °C
- Punto de Ebullición: Desconocido
- Peso atómico: 262
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 3

El lawrencio es un elemento sintético cuyo símbolo es Lr y su número atómico es 103. En la tabla periódica de los elementos, se trata de un elemento del bloque d en el período 7 y es el último elemento de la serie de

los actínidos. Experimentos químicos confirmaron que el lawrencio se comporta homológamente al lutecio y es químicamente similar a otros actínidos.

### 3.5 Metales de Transición

Los elementos de transición son aquellos elementos químicos que están situados en la parte central del sistema periódico, en el bloque d, cuya principal característica es la inclusión en su configuración electrónica del orbital d, parcialmente lleno de electrones. Esta definición se puede ampliar considerando como elementos de transición a aquellos que poseen electrones alojados en el orbital d, esto incluiría a zinc, cadmio, y mercurio. La IUPAC define un metal de transición como "un elemento cuyo átomo tiene una subcapa d (nivel de energía) incompleta o que puede dar lugar a cationes".

Son metales de transición, ya que tienen una configuración  $d^{10}$ . Solo se forman unas pocas especies transitorias de estos elementos que dan lugar a iones con una subcapa d parcialmente completa.



- Nombre: Escandio
- Número atómico: 21
- Símbolo: Sc
- Punto de fusión: 1541 °C
- Punto de Ebullición: 2830 °C
- Peso atómico: 44,955910
- Electronegatividad: 1,36
- Número de oxidación: 3

Es un gas monoatómico, inodoro, incoloro que posee el menor punto de ebullición de todos los elementos de la tabla periódica. En cirugía, se utilizan cabezas de helio ionizado en el tratamiento de tumores

de los ojos, estabilizando o provocando la remisión de los mismos y para reducir el flujo sanguíneo en pacientes con malformaciones cerebrales, unido al oxígeno se usa en los tanques de los buzos como aire artificial, para rellenar globos.



- Nombre: Titanio
- Número atómico: 22
- Símbolo: Ti
- Punto de fusión: 1668 °C
- Punto de Ebullición: 3287 °C
- Peso atómico: 47,867
- Electronegatividad: 1,54
- Número de oxidación: 4

El titanio posee un color gris plata. Como es muy ligera. Tiene alta resistencia a la corrosión y gran resistencia mecánica, pero es muy costosa, lo cual limita sus usos industriales. Su utilización se ha

generalizado con el desarrollo de la tecnología aeroespacial, donde es capaz de soportar las condiciones extremas de frío y calor que se dan en el espacio y en la industria química.



- Nombre: Vanadio
- Número atómico: 23
- Símbolo: V
- Punto de fusión: 1902 °C
- Punto de Ebullición: 3409 °C
- Peso atómico: 50,9415
- Electronegatividad: 1,63
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5

Es un metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco plateado y brillante, muy duro, que nunca se halla en estado puro, sino combinado en varios minerales, carbones y petróleos; se usa mezclado

con el acero para aumentar la resistencia de este para fabricar muelles o resortes, piezas de motores y en mecanismos de transmisión; se utiliza también como revelador fotográfico y en la fabricación de vidrios transparentes.



- Nombre: Cromo
- Número atómico: 24
- Símbolo: Cr
- Punto de fusión: 1857 °C
- Punto de Ebullición: 2672 °C
- Peso atómico: 51,9961
- Electronegatividad: 1,66
- Número de oxidación: 2, 3, 6

Es un metal que se emplea especialmente en metalurgia, posee un color gris acerado y brillante. Se utiliza en aleaciones unido al hierro, níquel, cobalto, logrando aumentar tanto la dureza como la tenacidad y resistencia

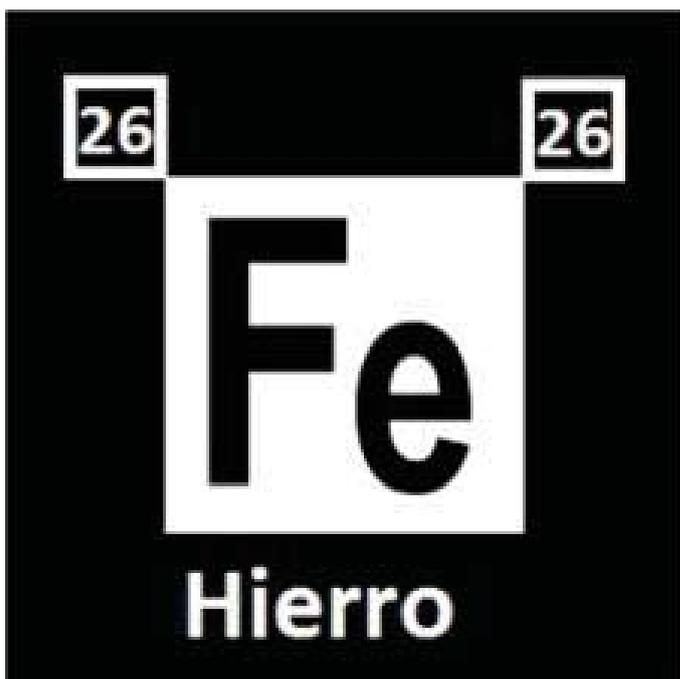
a la corrosión, forma parte del acero inoxidable y por su brillo se utiliza para recubrir diversos elementos sean partes automotrices o de adorno.



- Nombre: Manganeso
- Número atómico: 25
- Símbolo: Mn
- Punto de fusión: 1246 °C
- Punto de Ebullición: 2061 °C
- Peso atómico: 54,938049
- Electronegatividad: 1,55
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 6, 7

Posee un color blanco grisáceo, parecido al hierro. Es un metal duro y muy frágil, refractario y fácilmente oxidable. Se usa en la siderurgia, en la producción de aleaciones, unido al

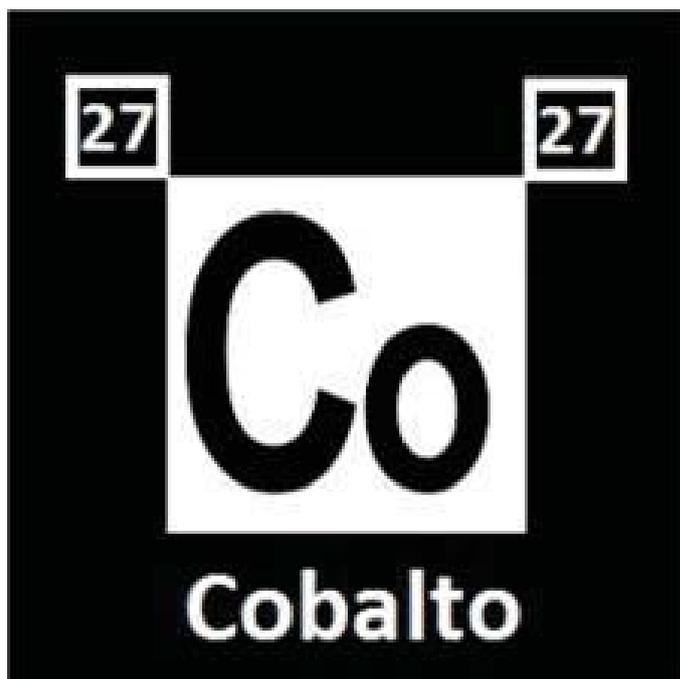
hierro forma ferromanganeso para hacer aceros utilizados en la fabricación de cajas fuertes, otros usos son la fabricación de baterías secas o en usos químicos.



- Nombre: Hierro
- Número atómico: 26
- Símbolo: Fe
- Punto de fusión: 1535 °C
- Punto de Ebullición: 2750 °C
- Peso atómico: 55,845
- Electronegatividad: 1,83
- Número de oxidación: 2, 3

El Hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, es maleable de color gris-plateado y presenta propiedades magnéticas. Es el metal duro más usado. Se usa para

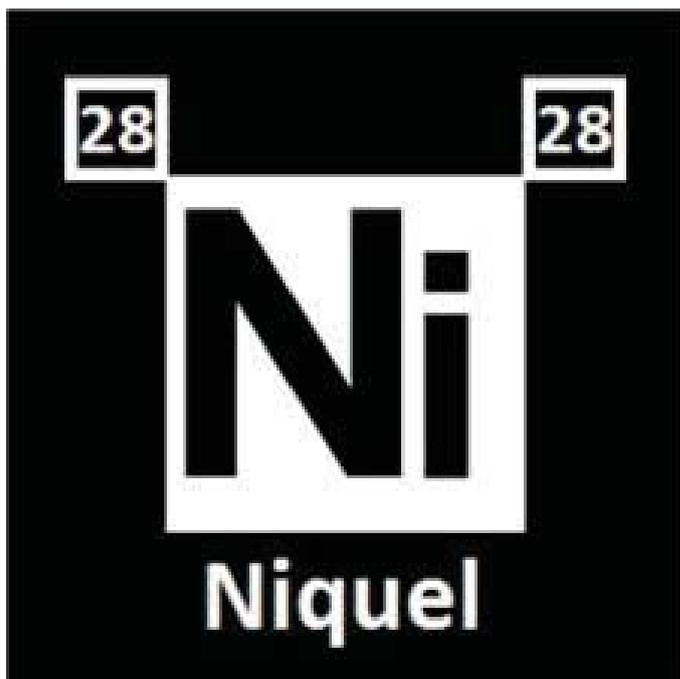
formar los productos siderúrgicos, utilizando éste como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material.



- Nombre: Cobalto
- Número atómico: 27
- Símbolo: Co
- Punto de fusión: 1495 °C
- Punto de Ebullición: 2927 °C
- Peso atómico: 58,933200
- Electronegatividad: 1,88
- Número de oxidación: -1, 1, 2, 3, 4, 5

Posee un color blanco azulado. Los compuestos de cobalto se han utilizado durante siglos para obtener un color azul intenso de vidrio y esmaltes.

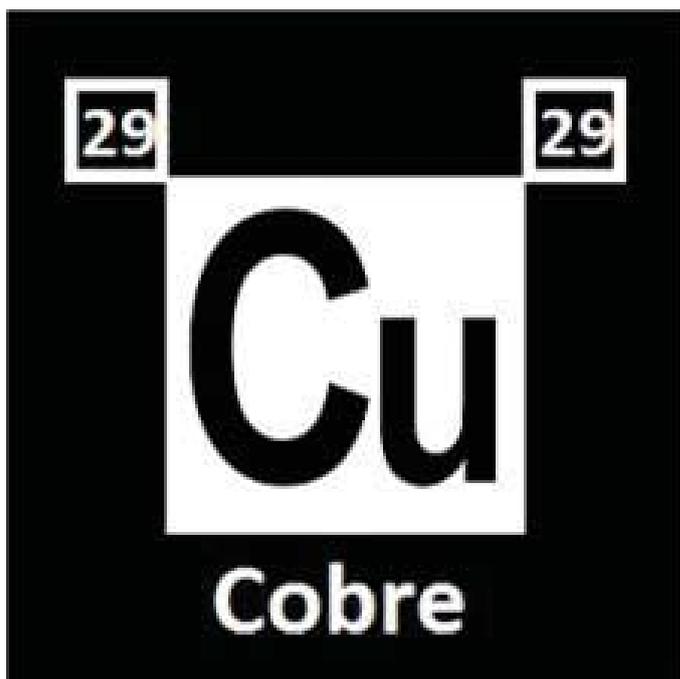
También se utiliza para aleaciones entre las que cabe señalar super aleaciones usadas en turbinas de gas de aviación, aleaciones resistentes a la corrosión, aceros rápidos, y carburos cementados.



- Nombre: Niquel
- Número atómico: 28
- Símbolo: Ni
- Punto de fusión: 1455 °C
- Punto de Ebullición: 2457 °C
- Peso atómico: 58,71
- Electronegatividad: 1,91
- Número de oxidación: 0, 2, 3

El Níquel posee un color blanco plateado con un ligero toque dorado, conductor de la electricidad y del calor, muy dúctil y maleable por lo que se puede laminar, pulir y forjar fácilmente.

Se usa en componentes electrónicos, fabricación de pilas, revestimiento de otros metales propensos a corroerse, en aleaciones, partes de automóviles, sirve de catalizador y en el proceso de acuñación de monedas.



- Nombre: Cobre
- Número atómico: 29
- Símbolo: Cu
- Punto de fusión: 1084,62 °C
- Punto de Ebullición: 2562 °C
- Peso atómico: 63,536
- Electronegatividad: 1,9
- Número de oxidación: 1, 2, 3, 4

El cobre es un metal de color rojizo y brillo. Se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad (el segundo después de la plata). Gracias a su alta conductividad

eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos.



- Nombre: Zinc
- Número atómico: 30
- Símbolo: Zn
- Punto de fusión: 420 °C
- Punto de Ebullición: 907 °C
- Peso atómico: 64,409
- Electronegatividad: 1,6
- Número de oxidación: 2

Se utiliza como recubrimiento de metales que fácilmente se corroen (galvanizado), en la producción de pilas secas, o para fabricar latón, también puede ser utilizado como pigmento de pinturas o plásticos, como relleno de las

llantas de caucho, en la medicina se utiliza como un antiséptico, otros usos del elemento son en aparatos de visión nocturna, en las pantallas de televisión y en revestimientos fluorescentes.



- Nombre: Itrio
- Número atómico: 39
- Símbolo: Y
- Punto de fusión: 1526 °C
- Punto de Ebullición: 3336 °C
- Peso atómico: 88,90585
- Electronegatividad: 1,22
- Número de oxidación: 3

El itrio es un metal plateado, brillante, ligero, dúctil y maleable. Su punto de ebullición es de 3609 K. Químicamente se asemeja a los lantánidos. Es bastante estable en el

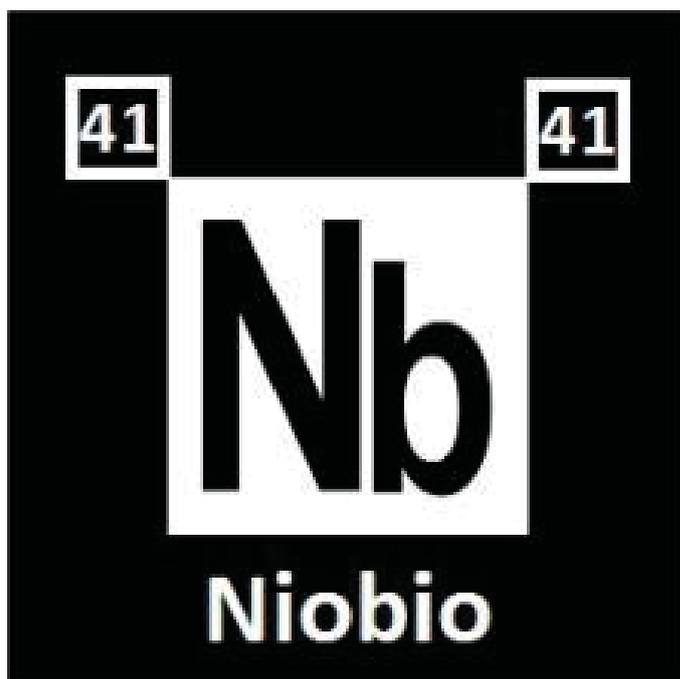
aire, ya que arde por encima de los 600 K, pero reactivo en ciertas condiciones. El polvo del metal y sus virutas pueden encenderse a temperatura ambiente. El itrio es la tierra rara más abundante. Incluso llega a ser el doble de abundante que el plomo, pero es difícil de extraer.



- Nombre: Circonio
- Número atómico: 40
- Símbolo: Zr
- Punto de fusión: 1855 °C
- Punto de Ebullición: 4409 °C
- Peso atómico: 91,224
- Electronegatividad: 1,33
- Número de oxidación: 4

Es un metal de transición brillante, de color blanco grisáceo, duro, resistente a la corrosión, de apariencia similar al acero. Los minerales más importantes en los que

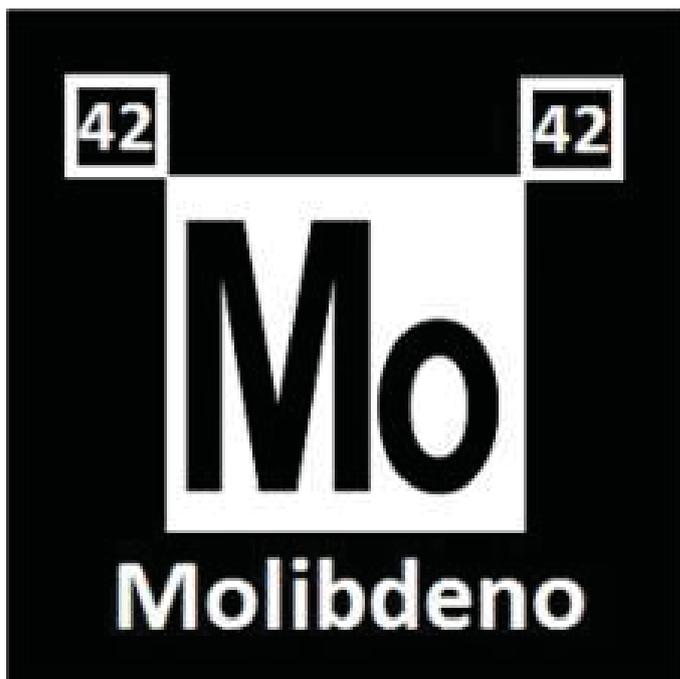
se encuentra son el circón ( $ZrSiO_4$ ) y la badeleyita ( $ZrO_2$ ), aunque debido al gran parecido entre el circonio y el hafnio (no hay otros elementos que se parezcan tanto entre sí) realmente estos minerales son mezclas de los dos; los procesos geológicos no han sido capaces de separarlos.



- Nombre: Niobio
- Número atómico: 41
- Símbolo: Nb
- Punto de fusión: 2477 °C
- Punto de Ebullición: 4744 °C
- Peso atómico: 92,90638
- Electronegatividad: 1,6
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5

Es un metal de transición dúctil, gris, blando y poco abundante. Se encuentra en el mineral niobita, también llamado columbita, y se utiliza en aleaciones. Se emplea principalmente aleado en aceros,

confiriéndoles una alta resistencia. Se descubrió en el mineral niobita. El niobio tiene propiedades físicas y químicas similares a las del elemento tantalio, y los dos son, por lo tanto, difíciles de distinguir.



- Nombre: Molibdeno
- Número atómico: 42
- Símbolo: Mo
- Punto de fusión: 2623 °C
- Punto de Ebullición: 4639 °C
- Peso atómico: 95,94
- Electronegatividad: 2,16
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5, 6

Este metal puro es de color blanco plateado y muy duro; además, tiene uno de los puntos de fusión más altos de entre todos los elementos. Su uso es principalmente como aleación para aceros, también se utiliza como

catalizador en la industria petrolera, para trabajos estructurales, en aeronáutica y en la industria automovilística como lubricante (disulfuro de molibdeno MoS<sub>2</sub>).



- Nombre: Tecnecio
- Número atómico: 43
- Símbolo: Tc
- Punto de fusión: 2157 °C
- Punto de Ebullición: 4265 °C
- Peso atómico: 98,9063
- Electronegatividad: 1,9
- Número de oxidación: 1, 3, 4, 5, 6, 7

Las propiedades químicas de este metal de transición cristalino de color gris plateado son intermedias a las del renio y las del manganeso. Su isómero nuclear Tc, de muy corta vida y emisor

de rayos gamma, se usa en medicina nuclear para efectuar una amplia variedad de pruebas diagnósticas. El Tc se usa como fuente de partículas beta libre de la emisión de rayos gamma. El anión pertecnetato (TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>) se emplea como inhibidor de corrosión anódica para aceros.



- Nombre: Rutenio
- Número atómico: 44
- Símbolo: Ru
- Punto de fusión: 2334 °C
- Punto de Ebullición: 4150 °C
- Peso atómico: 101,07
- Electronegatividad: 2,2
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 6, 8

Es un metal blanco duro y frágil; presenta cuatro formas cristalinas diferentes. Se disuelve en bases fundidas, y no es atacado por ácidos a temperatura ambiente. A altas temperaturas reacciona con halógenos

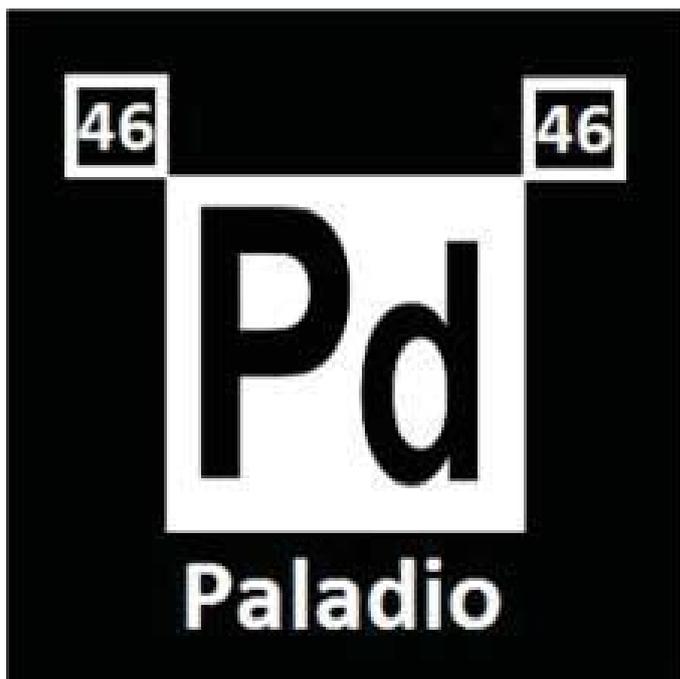
y con hidróxidos. Se puede aumentar la dureza del paladio y el platino con pequeñas cantidades de rutenio.



- Nombre: Rodio
- Número atómico: 45
- Símbolo: Rh
- Punto de fusión: 1964 °C
- Punto de Ebullición: 3695 °C
- Peso atómico: 102,90550
- Electronegatividad: 2,28
- Número de oxidación: -1, 1, 2, 3, 4, 5, 6

El rodio es un metal dúctil de color blanco plateado. No se disuelve en ácidos, ni siquiera en agua regia,

aunque finamente dividido sí que se puede disolver en ésta, y también en ácido sulfúrico concentrado y en caliente, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. El rodio tiene un punto de fusión mayor que el del platino y una densidad menor.



- Nombre: Paladio
- Número atómico: 46
- Símbolo: Pd
- Punto de fusión: 1555 °C
- Punto de Ebullición: 2963 °C
- Peso atómico: 106,42
- Electronegatividad: 2,20
- Número de oxidación: 0, 1, 2, 4, 6

Es un metal blando, dúctil, maleable y poco abundante. Se parece químicamente al platino y se extrae de algunas minas de cobre y níquel. Se emplea principalmente como catalizador y en joyería. El paladio es

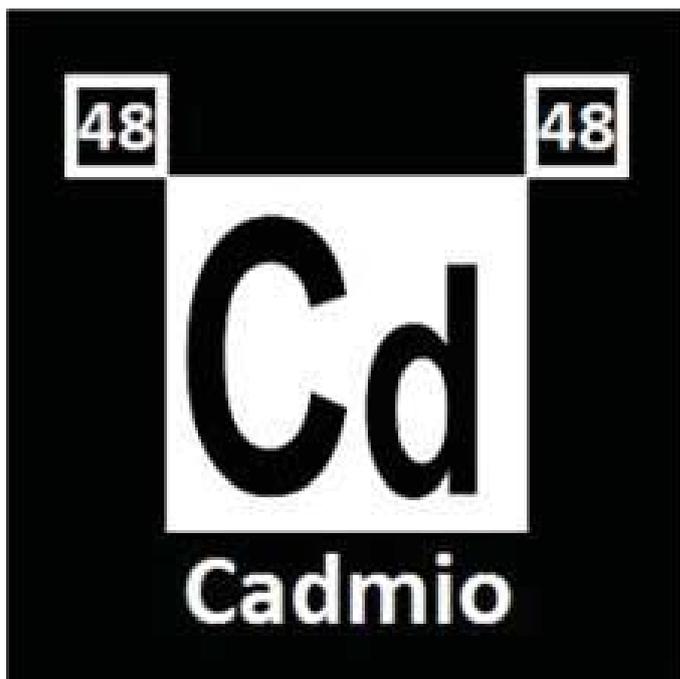
un metal raro y brillante de color blanco plateado. Se utiliza principalmente en las telecomunicaciones para la fabricación de contactos, en la fabricación de prótesis dentales, en la industria relojera, en joyería aleado con el oro se utiliza como oro blanco y en la industria fotográfica.



- Nombre: Plata
- Número atómico: 47
- Símbolo: Ag
- Punto de fusión: 961,78 °C
- Punto de Ebullición: 2162 °C
- Peso atómico: 107,8683
- Electronegatividad: 1,93
- Número de oxidación: 1, 2, 3, 4

Tiene la más alta conductividad eléctrica y conductividad térmica de todos los metales. Los principales usos de la plata son a nivel comercial, como joyería, en la decoración y en la

economía al elaborar monedas con ella, sirve como recubrimiento de otros metales, así mismo se utiliza para fabricar componentes eléctricos o electrónicos, para fabricar cables conductores, combinada con otros elementos como el nitrógeno y oxígeno forma nitrato de plata usado como bactericida.



- Nombre: Cadmio
- Número atómico: 48
- Símbolo: Cd
- Punto de fusión: 321 °C
- Punto de Ebullición: 768 °C
- Peso atómico: 112,411
- Electronegatividad: 1,69
- Número de oxidación: 1, 2

Es un metal blanco azulado, dúctil y maleable. Se puede cortar fácilmente con un cuchillo. Posee una toxicidad similar a la del mercurio. Aproximadamente tres cuartas partes del cadmio producido se emplea en la

fabricación de baterías. Especialmente en las baterías de níquel-cadmio, también se utiliza como revestimiento del hierro y el acero.



- Nombre: Hafnio
- Número atómico: 72
- Símbolo: Hf
- Punto de fusión: 2223 °C
- Punto de Ebullición: 4603 °C
- Peso atómico: 178,49
- Electronegatividad: 1,3
- Número de oxidación: 2, 3, 4

Es un metal de transición, brillante, gris-plateado, químicamente muy parecido al zirconio, encontrándose en los mismos minerales y compuestos, y siendo difícil

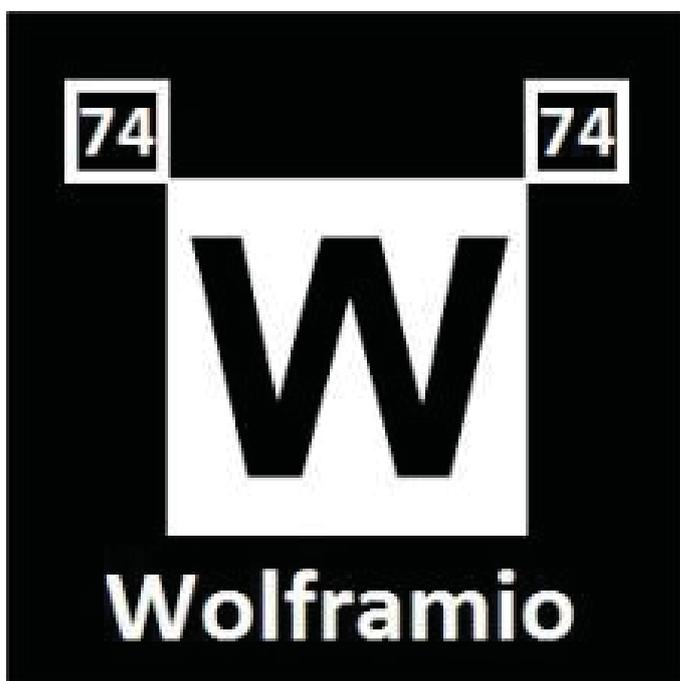
separarlos. Se usa en aleaciones con wolframio, en filamentos y en electrodos. También se utiliza como material de barras de control de reactores nucleares debido a su capacidad de absorción de neutrones.



- Nombre: Tantalio
- Número atómico: 73
- Símbolo: Ta
- Punto de fusión: 3017 °C
- Punto de Ebullición: 5458 °C
- Peso atómico: 180,9479
- Electronegatividad: 1,5
- Número de oxidación: -1, 2, 3, 4, 5

Se trata de un metal de transición raro, azul grisáceo, duro, presenta brillo metálico y resiste muy bien la corrosión. Se encuentra en el mineral tantalita. Es fisiológicamente

inerte, por lo que, entre sus variadas aplicaciones, se puede emplear para la fabricación de instrumentos quirúrgicos y en implantes.



- Nombre: Wolframio
- Número atómico: 74
- Símbolo: W
- Punto de fusión: 3422 °C
- Punto de Ebullición: 5555 °C
- Peso atómico: 183,84
- Electronegatividad: 2,36
- Número de oxidación: 2, 3, 4, 5, 6

Es un metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales. Es de color gris acerado, muy duro y denso, tiene el punto de fusión más elevado de todos los

metales y el punto de ebullición más alto de todos los elementos conocidos. Se usa en los filamentos de las lámparas incandescentes, en electrodos no consumibles de soldaduras, y en resistencias eléctricas.



- Nombre: Renio
- Número atómico: 75
- Símbolo: Re
- Punto de fusión: 3186 °C
- Punto de Ebullición: 5596 °C
- Peso atómico: 186,207
- Electronegatividad: 1,9
- Número de oxidación: -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Es un metal de transición blanco plateado, pesado, que se encuentra raramente en la naturaleza. El renio se obtiene como subproducto del tratamiento de minerales de

molibdeno. Ha sido el último elemento que se ha podido encontrar en la naturaleza. Se emplea principalmente formando parte en catalizadores.



- Nombre: Osmio
- Número atómico: 76
- Símbolo: Os
- Punto de fusión: 3033 °C
- Punto de Ebullición: 5012 °C
- Peso atómico: 190,23
- Electronegatividad: 2,2
- Número de oxidación: -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Se trata de un metal de transición blanco grisáceo, brillante, frágil y duro. Se clasifica dentro del grupo del platino, y se emplea en

algunas aleaciones con platino e iridio. Se emplea en síntesis orgánica (como oxidante) y en el proceso de tinción de tejidos (para su fijación) para su observación mediante microscopía electrónica, y en otras técnicas biomédicas.



- Nombre: Iridio
- Número atómico: 77
- Símbolo: Ir
- Punto de fusión: 2466 °C
- Punto de Ebullición: 4428 °C
- Peso atómico: 192,217
- Electronegatividad: 2,20
- Número de oxidación: -3, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

Se trata de un metal de transición, del grupo del platino, duro, frágil, pesado, de color blanco plateado. Se emplea en aleaciones de alta

resistencia que pueden soportar altas temperaturas. Es un elemento poco abundante y se encuentra en la naturaleza en aleaciones con platino y osmio. Es el elemento más resistente a la corrosión.



- Nombre: Platino
- Número atómico: 78
- Símbolo: Pt
- Punto de fusión: 1769 °C
- Punto de Ebullición: 3825 °C
- Peso atómico: 195,084
- Electronegatividad: 2,28
- Número de oxidación: -2, -1, 1, 2, 3, 4, 5, 6

Se trata de un metal de transición blanco grisáceo, precioso, pesado, maleable y dúctil. Es resistente a la corrosión y se

encuentra en distintos minerales, frecuentemente junto con níquel y cobre; también se puede encontrar como metal. Es resistente a la corrosión y no se disuelve en la mayoría de los ácidos, pero sí en agua regia.



- Nombre: Oro
- Número atómico: 79
- Símbolo: Au
- Punto de fusión: 1064 °C
- Punto de Ebullición: 2856 °C
- Peso atómico: 196,9666569
- Electronegatividad: 2,54
- Número de oxidación: 1, 3

Es un metal de transición blando, brillante, amarillo y pesado. El oro no reacciona con la mayoría de los productos químicos, pero es sensible al cloro y al agua regia. El metal se encuentra normalmente en estado puro

y en forma de pepitas y depósitos aluviales y es uno de los metales tradicionalmente empleados para acuñar monedas.



- Nombre: Mercurio
- Número atómico: 80
- Símbolo: Hg
- Punto de fusión: -38,83 °C
- Punto de Ebullición: 356,7 °C
- Peso atómico: 200,59
- Electronegatividad: 2
- Número de oxidación: 1, 2, 4

Es un metal pesado plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro. Es mal conductor del calor comparado con otros metales, aunque es buen conductor de la

electricidad. Se alea fácilmente con muchos otros metales como el oro o la plata produciendo amalgamas, respecto con el hierro. Es insoluble en agua y soluble en ácido nítrico.

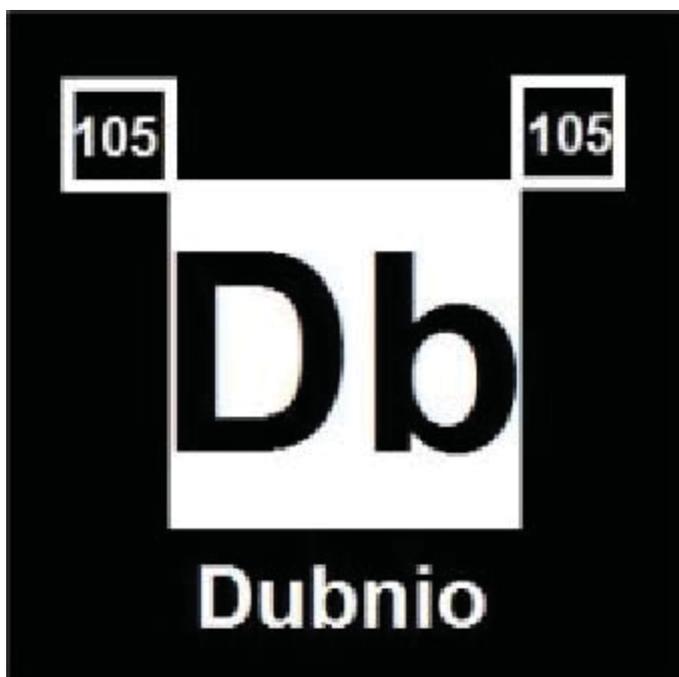


- Nombre: Rutherfordio
- Número atómico: 104
- Símbolo: Rf
- Punto de fusión: 2100 °C
- Punto de Ebullición: 5500 °C
- Peso atómico: 267
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 3, 4

Del elemento 104, primer transactínido, se esperaba que tuviera propiedades químicas similares al hafnio. Por ejemplo, podría formar un compuesto relativamente volátil con

el cloro (tetracloruro).

Los científicos rusos desarrollaron experimentos dirigidos a la identificación química e intentaron demostrar que el compuesto del isótopo con un período de semi-desintegración tan corto era más volátil que los relativamente poco volátiles tricloruros de los actínidos.



- Nombre: Dubnio
- Número atómico: 105
- Símbolo: Db
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 268
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 3, 4, 5

No se encuentra en la naturaleza y se ha sintetizado en trazas. A partir de éstas, se ha podido comprobar que sus propiedades químicas se parecen a las del tántalo.

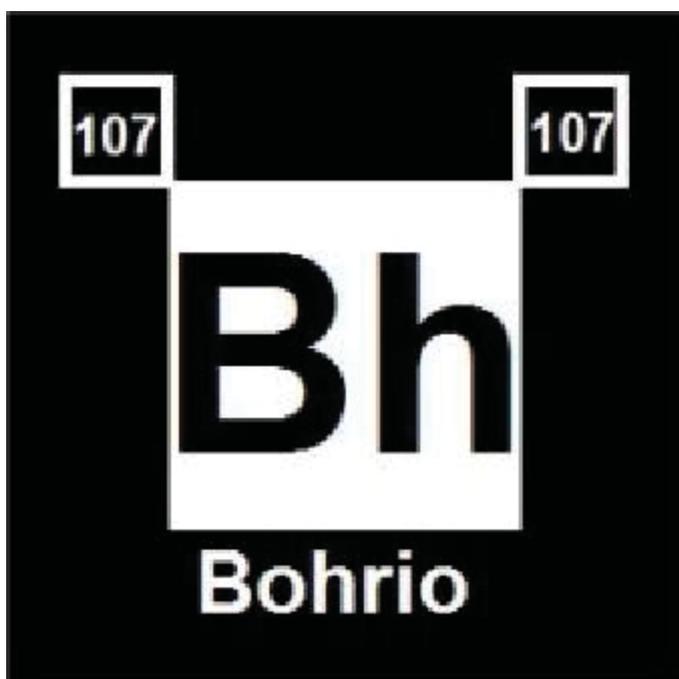
En 1967, Científicos de Dubna informaron que habían obtenido unos pocos átomos de (260-Db) bombardeando 243-Am con 22-Ne. Se producían 5 neutrones. La evidencia de la obtención se basaba en medidas de tiempo de la energía de partículas alfa.



- Nombre: Seaborgio
- Número atómico: 106
- Símbolo: Sg
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 271
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 6

No se encuentra en la naturaleza y se han sintetizado sólo átomos, por lo que sus propiedades físicas y químicas no han sido estudiadas, aunque se espera que sean semejantes a las del wolframio.

En junio de 1974, miembros del Instituto de Investigación Nuclear de Dubna, informaron sobre el descubrimiento y síntesis del elemento 106. El Americano Glenn Seaborg formaba parte de este grupo.



- Nombre: Bohrio
- Número atómico: 107
- Símbolo: Bh
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 272
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 3, 4, 5, 6, 7

No se encuentra en la naturaleza y se ha sintetizado en trazas mínimas. En 1976, científicos soviéticos lo obtuvieron en Dubna bombardeando  $^{204}\text{Bi}$  con núcleos de  $^{54}\text{Cr}$ . Hay informes de experimentos de 1975 que permitieron a los científicos observar el

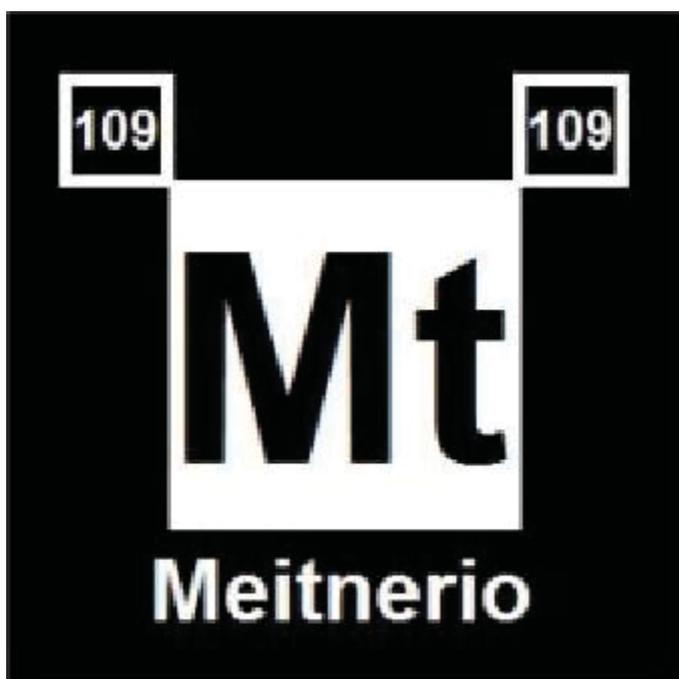
nuevo elemento durante  $2/1000$  s. Se usó como blanco un cilindro en rápida rotación cubierto de una fina capa de bismuto.



- Nombre: Hassio
- Número atómico: 108
- Símbolo: Hs
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 270
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

El hassio es un elemento sintético de la tabla periódica. Su isótopo más estable es el Hs-269, que tiene un periodo de semi-desintegración de 9,7 segundos. El hassio fue sintetizado

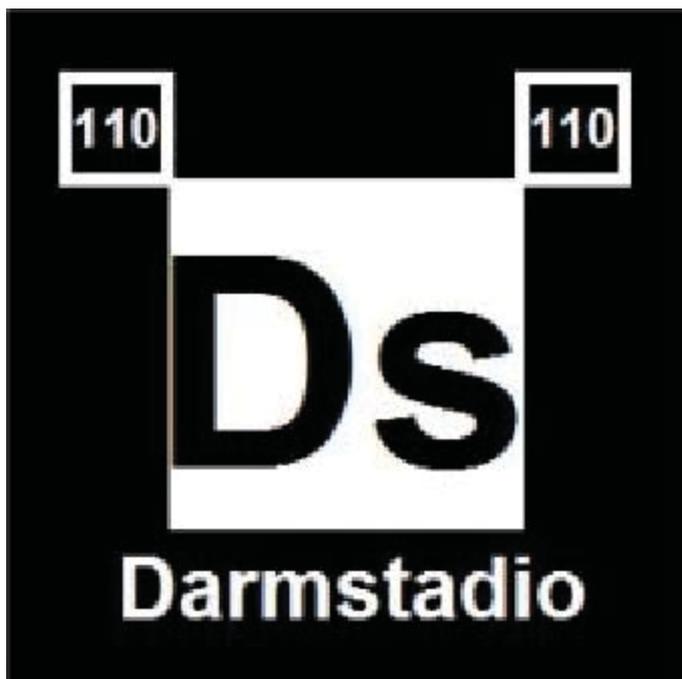
por primera vez en 1984 por el grupo de investigación alemán Gesellschaft für Schwerionenforschung localizado en Darmstadt. El nombre hassio propuesto por el grupo se debe al estado alemán de Hesse en el que se encuentra el GSI.



- Nombre: Meitnerio
- Número atómico: 109
- Símbolo: Mt
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 276
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 1, 2, 3, 4

El 29 de agosto de 1982, físicos del GSI de Darmstadt, obtuvieron e identificaron el elemento 109 mediante el bombardeo de un blanco de  $^{209}\text{Bi}$  con núcleos de  $^{58}\text{Fe}$  acelerados. Si la energía de los dos núcleos es

suficientemente alta, se superan las fuerzas repulsivas y se produce el proceso de fusión. Este experimento requirió el bombardeo del blanco durante una semana para obtener un único núcleo fusionado.



- Nombre: Darmstadio
- Número atómico: 110
- Símbolo: Ds
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 281
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 6

Es un elemento sintético que decae rápidamente; sus isótopos de números másicos entre 267 y 273 tienen periodos de semi-desintegración del orden de los microsegundos. Sin embargo, isótopos

más pesados, de números másicos 279 y 281, sintetizados recientemente, son más estables, con periodos de semi-desintegración de 180 milisegundos y 11,1 segundos, respectivamente.



- Nombre: Roentgenio
- Número atómico: 111
- Símbolo: Rg
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 280
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: -1, 1, 3, 5

Fue descubierto en 1994 por científicos alemanes en Darmstadt. En noviembre del 2004 recibió el nombre de roentgenio en honor a Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), premio Nobel de Física, descubridor de los rayos X. El

roentgenio se obtiene a través del bombardeo de hojas de bismuto (Bi) con iones de níquel (Ni), decayendo en 15 milisegundos.



- Nombre: Copernicio
- Número atómico: 112
- Símbolo: Cn
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 285
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 2, 4

Científicos alemanes han conseguido que finalmente se incluya el elemento número 112 en la tabla periódica. Se trata de un elemento químico superpesado que, en ese entonces, a

falta de un nombre (tienen el privilegio de elegirlo), se llamaba unumbio. Este elemento, que en realidad fue descubierto en 1996, ve así confirmada su existencia, aunque sólo han conseguido producir literalmente cuatro átomos de él. Este elemento es 277 veces más pesado que el hidrógeno. Este mismo equipo lleva desde 1981 produciendo nuevos elementos, ya lo hizo con los numerados entre 107 y 111.

## 3.6 Metales del Bloque P

Los elementos del bloque p (por tener sus electrones de valencia en el orbital p) son aquellos situados en los grupos 3a 8a de la tabla periódica de los elementos. En estos elementos el nivel energético más externo corresponde a orbitales p (véase la configuración electrónica). La configuración electrónica externa de estos elementos es:  $ns^2np^x$

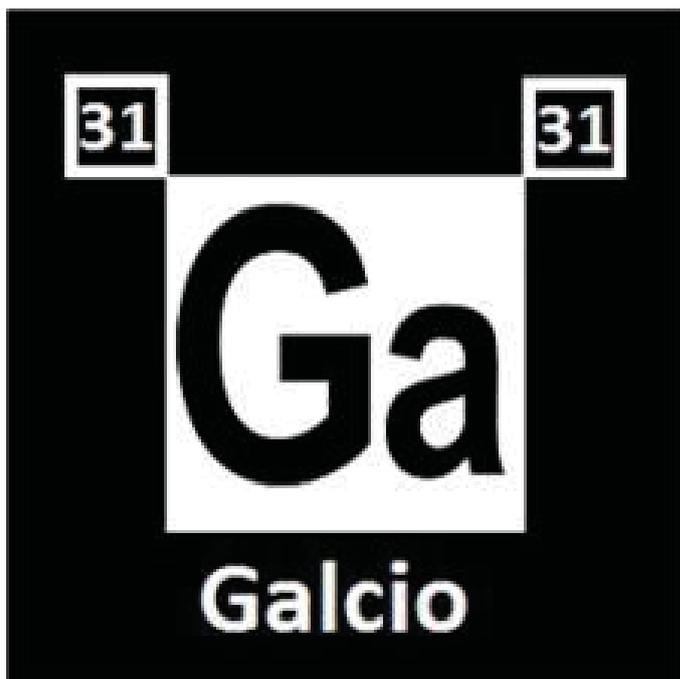
Los elementos de esta categoría son:



- Nombre: Aluminio
- Número atómico: 13
- Símbolo: Al
- Punto de fusión: 660 °C
- Punto de Ebullición: 2519 °C
- Peso atómico: 26,9815386
- Electronegatividad: 1,61
- Número de oxidación: 3

Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8% de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y

de los animales. Se utiliza para la fabricación de materiales de cocina, ollas, sartenes etc., en la fabricación de pistones y motores automotrices.



- Nombre: Galio
- Número atómico: 31
- Símbolo: Ga
- Punto de fusión: 30 °C
- Punto de Ebullición: 2204 °C
- Peso atómico: 69,723
- Electronegatividad: 1,81
- Número de oxidación: 3

El galio es un metal blando, grisáceo en estado líquido y plateado brillante al solidificar, sólido deleznable a bajas temperaturas que funde a temperaturas cercanas a la del ambiente (como cesio, mercurio y

rubidio) e incluso cuando se sostiene en la mano por su bajo punto de fusión (29,8 °C).



- Nombre: Indio
- Número atómico: 49
- Símbolo: In
- Punto de fusión: 157 °C
- Punto de Ebullición: 2072 °C
- Peso atómico: 114,818
- Electronegatividad: 1,78
- Número de oxidación: 3

El indio es un metal blanco plateado, muy blando, que presenta un lustre brillante. Cuando se dobla el metal emite un sonido característico. Su estado de oxidación más característico

es el +3, aunque también presenta el +2 en algunos compuestos.



- Nombre: Estaño
- Número atómico: 50
- Símbolo: Sn
- Punto de fusión: 232 °C
- Punto de Ebullición: 2602 °C
- Peso atómico: 118,710
- Electronegatividad: 1,96
- Número de oxidación: 2, 4

Es usado en muchos procesos industriales como soldadura de circuitos eléctricos, sirve como recubrimiento del cobre y del hierro en la elaboración de latas para la conservación de alimentos, aunque

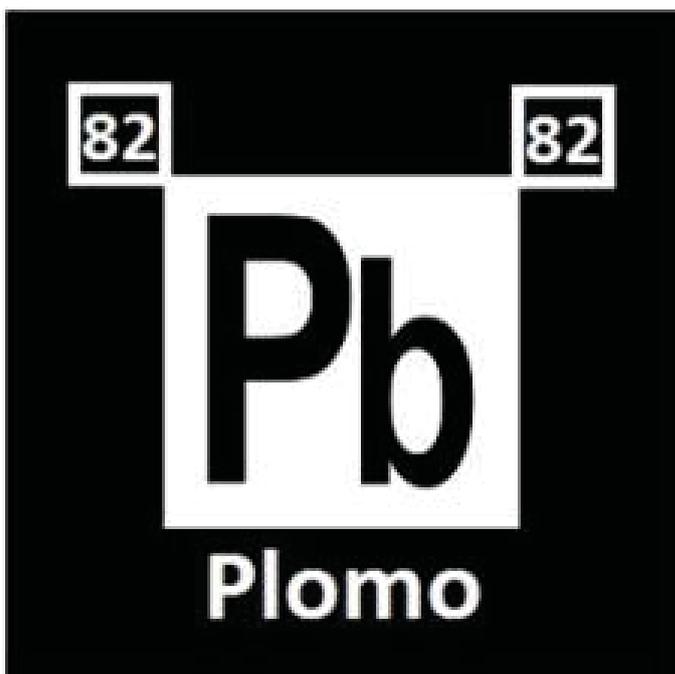
debido a que es fácilmente atacado por los ácidos no es utilizado en todos los procesos de conserva de alimentos, otra aplicación es en el vidrio para disminuir su fragilidad, puede ser utilizado en sus compuestos como fungicida, tintes, dentífricos, sirve para la producción de bronce y metal de tipografía, aleado con el titanio es usado en la industria aeroespacial, se utiliza en la preparación de insecticidas.



- Nombre: Talio
- Número atómico: 81
- Símbolo: Tl
- Punto de fusión: 304 °C
- Punto de Ebullición: 1473 °C
- Peso atómico: 204,3833
- Electronegatividad: 1,62
- Número de oxidación: 1, 3

Es muy tóxico y se ha empleado como rodenticida e insecticida, pero este uso ha disminuido o eliminado en muchos países debido a sus efectos cancerígenos. También se emplea en detectores infrarrojos. Se

utiliza en raras ocasiones, excepto para la fabricación de calidades especiales de vidrio.



- Nombre: Plomo
- Número atómico: 82
- Símbolo: Pb
- Punto de fusión: 327 °C
- Punto de Ebullición: 1749 °C
- Peso atómico: 207,2
- Electronegatividad: 2,33
- Número de oxidación: 2, 4

Hoy en día se usa como cubierta para cables, ya sea de teléfono, de televisión, de internet o de electricidad. El plomo es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16 °C, de color

plateado con tono azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad.



- Nombre: Bismuto
- Número atómico: 83
- Símbolo: Bi
- Punto de fusión: 271 °C
- Punto de Ebullición: 1564 °C
- Peso atómico: 208,98038
- Electronegatividad: 2,02
- Número de oxidación: 3, 5

Se emplea en algunas aleaciones y algunos de sus compuestos se emplean como cosméticos y en aplicaciones farmacéuticas. Debido a la alta toxicidad del plomo, el uso de

aleaciones con bismuto como reemplazo del plomo ha hecho que este elemento tenga una creciente importancia comercial.



- Nombre: Ununtrio
- Número atómico: 113
- Símbolo: Uut
- Punto de fusión: 427 °C
- Punto de Ebullición: 1127 °C
- Peso atómico: 284
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 1, 3, 5

En la tabla periódica, es un elemento transactínido del bloque p, y es miembro del séptimo período dentro del grupo del boro, aunque no se realizó ningún experimento químico que haya confirmado que este se

comporte como el homólogo más pesado que el talio dentro de este grupo. Se cree que el ununtrio tenga algunas propiedades similares a la de sus homólogos más livianos, es decir, boro, aluminio, galio, indio y talio, aunque también debería mostrar varias diferencias con estos. A diferencia de otros elementos del bloque p, se prevé que muestre algunas características de metales de transición.



- Nombre: Flerovio
- Número atómico: 114
- Símbolo: Fl
- Punto de fusión: 67 °C
- Punto de Ebullición: 147 °C
- Peso atómico: 289
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 2, 4

Hasta la fecha se han observado alrededor de 80 desintegraciones de átomos de flerovio, 50 de ellas directamente y 30 de la desintegración de los elementos más pesados Livermorio y Ununoctio.

Todas las desintegraciones han sido asignadas a los cuatro isótopos vecinos con números de masa 286-289. El isótopo de más larga vida conocido actualmente es el  $^{289}\text{Fl}_{114}$  con una vida media de aproximadamente 2,6 s, aunque hay evidencias de un isómero,  $^{289\text{b}}\text{Fl}_{114}$ , con una vida media de aproximadamente 66 s, que sería uno de los núcleos más longevos en la región de los elementos superpesados.



- Nombre: Ununpentio
- Número atómico: 115
- Símbolo: Uup
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 288
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 1, 3

El 2 de febrero de 2004 se informó en la revista Physical Review C que un equipo integrado por científicos rusos en el Instituto Conjunto para la Investigación Nuclear en Dubna,<sup>3</sup> y los científicos

norteamericanos en el Lawrence Livermore National Laboratory hicieron el descubrimiento del ununpentio. El equipo informó que bombardearon americio 243 con calcio 48 para producir iones de cuatro átomos de ununpentio. Estos átomos se desintegraron por emisión de partículas alfa en ununtrio en aproximadamente 100 milisegundos. En agosto de 2013 otro experimento independiente confirmó el hallazgo del elemento.



- Nombre: Livermorio
- Número atómico: 116
- Símbolo: Lv
- Punto de fusión: -
- Punto de Ebullición: -
- Peso atómico: 293
- Electronegatividad: -
- Número de oxidación: 2, 4

En 1999, investigadores del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore anunciaron la creación del elemento 116, en un artículo publicado en una revista de los EEUU

llamada Physical Review Letters, explican que lo hicieron cuando se observó el decaimiento- $\alpha$  de un átomo de mayor número atómico. El año siguiente publicaron su retracción tras ver que no eran capaces de volver a hacer el experimento. En junio 2002, el director del laboratorio anunció que los datos del experimento habían sido falseados por su autor principal Victor Ninov.