

# – PROPIEDADES PERIÓDICAS –

## OBJETIVOS

- Encontrar relaciones y patrones en algunos de los modelos que se han planteado para el desarrollo histórico de la tabla periódica.
- Determinar el comportamiento ácido, básico o anfótero de los óxidos de algunos elementos mediante su reacción con agua, ácidos o bases.
- Inferir algunas reglas generales de periodicidad, con base en los resultados obtenidos.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. Investiga qué elementos se conocían en 1870.
2. Averigua qué hicieron los siguientes investigadores: Johan Wolfgang Döbereiner; William Prout, John Alexander Reina Newlands, William Odling, Dimitri Mendeleev, Julius Lothar Meyer, Stanislao Cannizzaro y Jöns Jacob Berzelius.
3. Indaga cinco reacciones de óxidos metálicos y cinco de óxidos no metálicos cuando se les pone en presencia de agua.

## ► Actividades previas al planteamiento del problema

### **HISTORIA DE LAS CLASIFICACIONES PERIÓDICAS**

#### **SECCIÓN 1/7**

La primera clasificación basada en las masas atómicas fue elaborada por el químico alemán Johan Wolfgang Döbereiner (1780-1849), quien en 1817 propuso que existía una sencilla relación numérica entre las masas atómicas de los elementos con propiedades semejantes (reaccionaban con las mismas sustancias, lo hacían en las mismas proporciones, etcétera). Curiosamente, siempre eran tres las sustancias que se parecían entre sí. Döbereiner identificó varios grupos de tres a los que llamó *triadas*. En la **Tabla 5** se muestran algunas de las triadas descubiertas por Döbereiner.

**Tabla 5.** Triadas de Döbereiner.

Litio	Calcio	Azufre
Sodio	Estroncio	Selenio
Potasio	Bario	Teluro

El elemento de en medio no sólo tenía una reactividad química intermedia, sino que también tenía una masa atómica intermedia.

**Actividad 1.** Döbereiner encontró una relación muy curiosa entre las masas de los elementos que conformaban su triada. Utiliza la tabla siguiente para determinar esa relación, explíquela.

Elemento	Masa atómica relativa
Azufre	32.24
Selenio	79.26
Teluro	129.24

**Actividad 2.** ¿Por qué crees que este descubrimiento fue importante? Justifica tu respuesta.

Una vez concluida la sección 1/7, solicita a tu profesor la sección 2/7

## SECCIÓN 2/7

Un poco antes de Döbereiner, en 1815, el físico radicado en Londres, William Prout (1785-1850), había propuesto otro principio general. Prout notó que las masas atómicas de muchos elementos parecían ser múltiplos enteros de la masa del hidrógeno. Otros químicos descubrieron todavía más triadas y empezaron a hacer tablas que también pretendían relacionar las triadas entre sí. Pero algunas de estas contribuciones no fueron más que mera numerología, sobre todo porque no tenían que ver con las similitudes químicas entre las sustancias elementales.

**Actividad 3.** Propón una triada de elementos en donde se cumpla con la relación que propuso Döbereiner y con la propuesta de Prout. Si no la encuentras, justifica por qué crees que no fue así.

Aun cuando las ideas de Döbereiner y Prout fueron fructíferas de alguna forma, también se vio que no eran del todo ciertas. La noción de triadas se encontró que era muy limitada y sólo aplicable a grupos selectos de tres elementos. Mientras tanto, la hipótesis de Prout enfrentaba demasiadas excepciones de masas atómicas no enteras (según las determinaciones de la época).

En 1864, con valores correctos a la mano, el químico inglés John Alexander Reina Newlands (1837-1898), al ordenar los elementos en orden creciente de sus masas atómicas (sin incluir al hidrógeno), encontró que el octavo elemento, a partir de cualquier otro, tenía unas propiedades muy similares al primero (en aquella época, los llamados gases nobles todavía no habían sido descubiertos).

### Ley de las octavas de Newlands (masa atómica relativa)

1	2	3	4	5	6	7
<b>Li</b> (6.9)	<b>Be</b> (9.0)	<b>B</b> (10.8)	<b>C</b> (12.0)	<b>N</b> (14.0)	<b>O</b> (16.0)	<b>F</b> (19.0)
<b>Na</b> (23.0)	<b>Mg</b> (24.3)	<b>Al</b> (27.0)	<b>Si</b> (28.1)	<b>P</b> (31.0)	<b>S</b> (32.1)	<b>Cl</b> (35.5)
<b>K</b> 39.0	<b>Ca</b> 40.0					

El trabajo de Newlands mostraba una primera tabla donde los elementos estaban ordenados en columnas (grupos) y en renglones (periodos). En las columnas quedaban agrupados elementos con propiedades muy parecidas entre sí y en los renglones se ubican 7 elementos cuyas propiedades iban variando progresivamente. Con el fin de relacionar estas propiedades con la escala de las notas musicales, Newlands le dio a su descubrimiento el nombre de *ley de las octavas*.

**Una vez concluida la sección 2/7, solicita a tu profesor la sección 3/7**

## SECCIÓN 3/7

**Actividad 4.** Con la información anterior, complementa la tabla de las octavas de Newlands como consideres, de acuerdo con los elementos que se conocían hasta la fecha (1864). Justifica tu respuesta.

Con todas estas clasificaciones, empezó a ser evidente que los elementos podían acomodarse, de manera sencilla, con base en su masa atómica relativa; y también se encontró que estos acomodos tenían mucha relación con las propiedades de las sustancias. Es decir, empezó a ser claro que la estructura de los átomos de cada elemento determinaba, de alguna forma, las propiedades de la sustancia que en conjunto formaban esos átomos.

Lo anterior se muestra con la clasificación propuesta por William Odling (1829-1921), la cual estaba basada en algunas propiedades, denominadas naturales, de los elementos. Estas propiedades son: volúmenes atómicos (el cual se determinaba dividiendo la masa atómica entre la densidad del elemento), comportamiento **ácido o básico de sus óxidos**, etc. De esta forma, Odling obtuvo los siguientes grupos naturales:

Grupo	Elemento
1	Flúor (F), Cloro (Cl), Bromo (Br), <b>iodo (I)</b>
2	Oxígeno (O), <b>Azufre (S)</b> , Selenio (Se), Telurio (Te)
3	Nitrógeno (N), <b>Fósforo (P)</b> , Arsénico (As), Antimonio (Sb), Bismuto (Bi)
4	Boro (B), <b>Silicio (Si)</b> , Titanio (Ti), Estaño (Sn)
5	Litio (Li), Sodio (Na), Potasio (K)
6	<b>Calcio (Ca)</b> , Estroncio (Sr), Bario (Ba)
7	Magnesio (Mg), <b>Zinc (Zn)</b> , Cadmio (Cd)
8	Berilio (Be), Itrio (Y), Torio (Th)
9	<b>Aluminio (Al)</b> , Circonio (Zr), Cerio (Ce), Uranio (U)
10	Cromo (Cr), Manganeso (Mn), Cobalto (Co), Hierro (Fe), Níquel (Ni), Cobre (Cu)
11	Molibdeno (Mo), Vanadio (V), Tungsteno (W), Tantalio (Ta)
12	Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Plata (Ag)
13	Paladio (Pd), Platino (Pt), Oro (Au)

**Una vez concluida la sección 3/7, solicita a tu profesor la sección 4/7**

## SECCIÓN 4/7

**Actividad 5.** Según Odling, un parámetro importante para clasificar a los elementos era su reactividad química.

Para los elementos de los grupos 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 9 que se encuentran marcados en negritas, investiga qué óxidos se pueden formar y las condiciones experimentales para que se formen. Escribe las reacciones correspondientes:

Ahora escribe cómo crees que reaccionarían estos óxidos con agua.

1. ¿Reaccionan o no reaccionan? En caso de que reaccionen, ¿formarán ácidos o bases?
2. Si no reaccionan con agua, ¿crees que reaccionarán con ácido clorhídrico y/o hidróxido de sodio?
3. En cada caso justifica tu respuesta y escribe la ecuación química correspondiente.

Para entonces, Jöns Jacob Berzelius (1749-1828) había planteado una hipótesis, que ahora sabemos estaba equivocada: postuló que no podían existir moléculas formadas por átomos iguales. Sin embargo, gracias a la insistencia del químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910), durante el primer congreso de Química celebrado en Karlsruhe, Alemania, en 1860, se llegó a un acuerdo sobre la existencia de moléculas formadas por átomos iguales, como el oxígeno ( $O_2$ ) o el nitrógeno ( $N_2$ ). Las contribuciones de Cannizzaro fueron tomadas en cuenta por químicos muy importantes, entre ellos el químico ruso Dimitri Mendeleev (1834-1907) y el químico alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895).

**Una vez concluida la sección 4/7, solicita a tu profesor la sección 5/7**

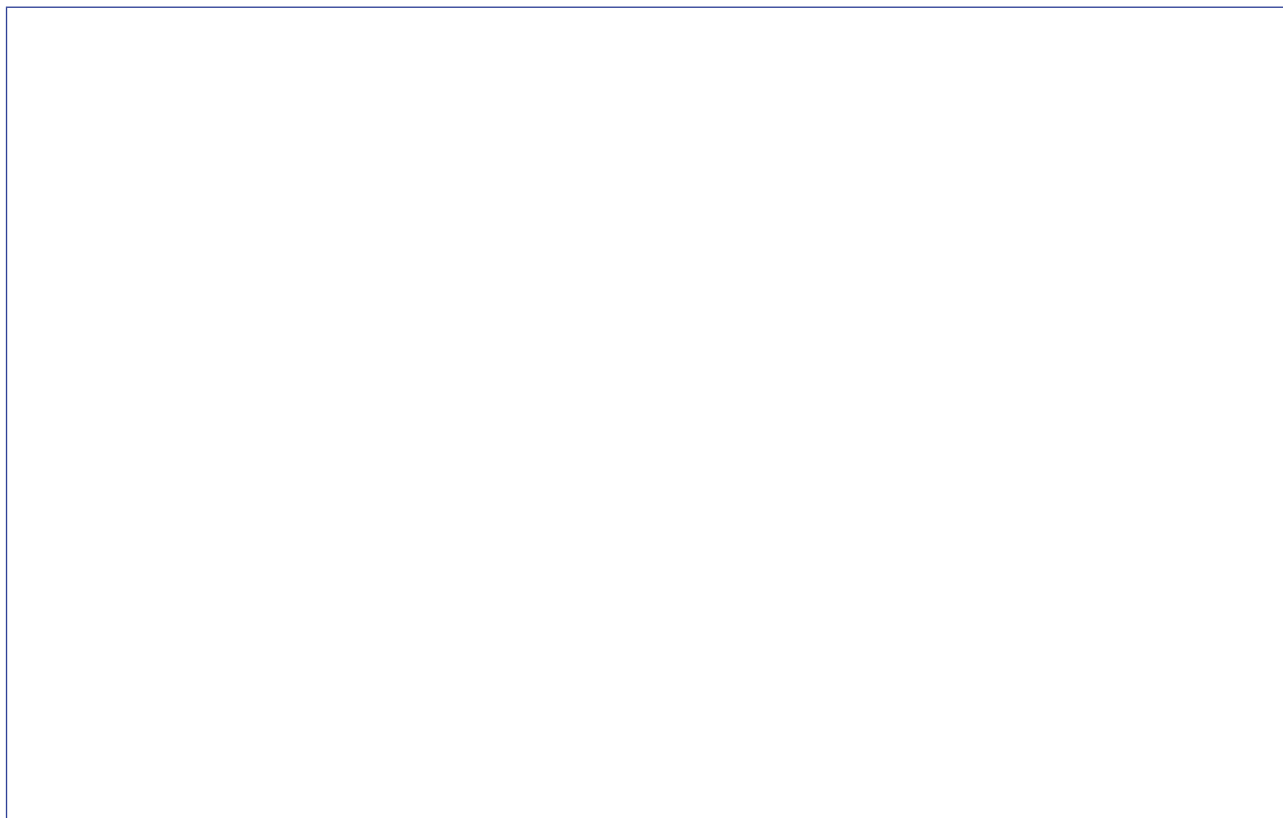
## SECCIÓN 5/7

**Actividad 6.** Con el trabajo realizado en la sección anterior utiliza el material contenido en el sobre que se te proporciona y construye tu propia clasificación periódica.

A R <sub>2</sub> O 1	AZ RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 19	AW RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 35.5	B RO 24	C R <sub>2</sub> O 7	D RO 112
E R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 27.3	ER RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 55	F RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 118	FC RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 32	G RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 31	GH RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 80
GX RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 184	H RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 94	HY RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 52	I RO 9.4	J RO 40	JT RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 96
K R <sub>2</sub> O 23	L RO 137	M R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 113	N RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 90	Ñ RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 51	O RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 122
OL RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 125	P R <sub>2</sub> H <sub>3</sub> 11	PÑ RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 78	Q RO 65	R R <sub>2</sub> O 39	S RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 28
T RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 48	U RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 14	V RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 75	W RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 16	WD RO 108	WR RO 85
	WJ RO 133	X RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 12	Y RO 87	Z R <sub>2</sub> O 63	

Una vez que hayas terminado, dibuja la clasificación que hiciste y contesta lo siguiente:

1. ¿En qué te basaste para desarrollar esa clasificación? Justifica ampliamente.
2. ¿Qué tipo de consideraciones hiciste para clasificar a los elementos? Justifica ampliamente.



**Una vez concluida la sección 5/7, solicita a tu profesor la sección 6/7**

## SECCIÓN 6/7

Utilizando las masas atómicas relativas y unificándolas con base en el hidrógeno y también en las propiedades físicas (como el volumen atómico, el color y la gravedad específica) y químicas, Mendeleev ordenó a los elementos en ocho grupos, según se observa en la siguiente tabla:

Periodo	Grupo I $R_2O$	Grupo II $RO$	Grupo III $R_2O_3$	Grupo IV $RH_4, RO_2$	Grupo V $RH_3, R_2O_5$	Grupo VI $RH_2, RO_3$	Grupo VII $RH, R_2O_7$	Grupo VIII $RO_4$
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	- = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59 Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	- = 68	- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	¿Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	- = 100	Ru = 104, Rh = 104 Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag) = 108	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	¿Di = 138	¿Ce = 140	-	-	-	-----
9	(-)	-	-	-	-	-	--	--
10	-	-	¿Er = 178	¿La = 180	Ta = 182	W = 184	-	Os = 195, Ir = 197 Pt = 198, Au = 199
11	(Au) = 199	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	-	-	
12	-	-	-	Th = 231	-	U = 240	-	-----

1. ¿Se parece a la tabla que construiste? ¿En qué se parece?
2. ¿Cuáles son las consideraciones que hizo Mendeleev que le permitieron llegar a esta propuesta?

Una vez concluida la sección 6/7, solicita a tu profesor la sección 7/7

## SECCIÓN 7/7

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en lo anterior, desarrolla una propuesta experimental que se relacione con la clasificación hecha por Odling y que te permita llegar a la tabla periódica moderna, a través de la clasificación de Mendeleev. Los elementos que puedes utilizar son los siguientes: carbono, azufre, fósforo, sodio, potasio, litio, calcio, magnesio, yodo; también puedes hacer uso de los siguientes compuestos: óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de zinc, óxido de hierro, óxido de níquel, óxido de cobre. Identifica todos los óxidos que pueden formar estos metales y, si puede formar más de uno, marca los más estables.

Antes de iniciar el trabajo experimental, investiga los rombos de seguridad y las precauciones necesarias para el manejo y tratamiento de residuos de las sustancias que vas a utilizar.



# ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## RECOMENDACIONES

- Es muy importante que piensen cuáles propiedades naturales se pueden utilizar en el laboratorio y, con base en eso, hagan su propuesta experimental.
- Haz un diagrama de flujo en donde indiques tu procedimiento experimental, compáralo con los propuestos por tus compañeros de equipo y lleguen a un consenso. Es importante que analicen los pros y contras de cada propuesta.
- Una vez que tengan la versión conjunta, vayan con su profesor para que les dé el visto bueno y puedan proceder.
- Si su profesor está de acuerdo con su diagrama, ahora definan los materiales y expliciten de manera escrita el procedimiento experimental a seguir (es importante que no dejes pasar ningún detalle).

## PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Escribe cuál sería la pregunta que estarías respondiendo con tu procedimiento experimental. Para plantear tu pregunta es necesario que pienses en el fenómeno, los conceptos y el problema.
- Es importante que consideres utilizar cantidades muy pequeñas de las sustancias.
- Diseña una manera de registro de tus datos y observaciones experimentales que sea claro, sencillo y que incluya todos los cambios que para ti sean importantes.
- ¿Podrías hacer uso de un modelo representacional antes y/o después de obtener tus datos? ¿Cuál sería y por qué?
- Haz un análisis de tus datos y escribe la respuesta a tu pregunta. Especifica el razonamiento que utilizaste para llegar a ella.

## ¿TU SOLUCIÓN TIENE SENTIDO?

1. ¿Consideras que con tu propuesta experimental estás contestando tu pregunta? Justifica tu respuesta.
2. ¿A qué dificultades experimentales te enfrentaste? ¿Cómo las resolverías?
3. ¿Estas dificultades afectaron que llegaras a una solución y no a otra? Justifica tu respuesta.
4. Dentro de todo el proceso que seguiste, ¿qué consideraciones te llevaron a contestar tu pregunta? Justifica tu respuesta.
5. ¿Cuáles de los puntos guía fueron determinantes para llegar a tu solución y por qué?
6. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste al resolver el problema?

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Chamizo, J.A., Izquierdo, M. (2007) Evaluación de competencias de pensamiento científico, *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 51, pp. 9-19.
- b) Rudge, D., Howe, E. (2004) Incorporating history into the science classroom, *The Science Teacher*, 71:9, pp. 52-57.
- c) Scerri, E. (2008) The role of triads in the evolution of the periodic table: past and present, *Journal of Chemical Education*, 85:4, pp. 585-589.