

El Principio de Construcción: Una alternativa al Principio de Aufbau para la enseñanza de las configuraciones electrónicas · Mario Rodríguez Peña

El principio de Aufbau (o diagrama de Moeller) es una regla que permite predecir la configuración electrónica de la mayoría de los elementos. Sin embargo, presenta dos limitaciones importantes:

- Falla en el orden energético: En los metales de transición, el subnivel s se ioniza antes que el d porque tiene mayor energía. Sin embargo, el diagrama de Moeller los llena en el orden contrario, lo que genera confusión sobre el orden correcto de la configuración electrónica.
- Numerosas “anomalías”: Existen 20 configuraciones consideradas “anómalas” (como las de Cr, Cu o Nb), que suelen presentarse como excepciones que deben memorizarse, en lugar de interpretarse como consecuencia de leyes físicas subyacentes.

El Principio de Construcción¹ surge para integrar estas discrepancias en un único marco predictivo. No sólo identifica correctamente el orden del electrón diferenciador, sino que también reproduce el orden real de las energías de los subniveles, reduciendo las excepciones únicamente a dos elementos químicos.

El Principio de Construcción

Este principio propone una construcción ortogonal (de izquierda a derecha). La clave consiste en distinguir entre el orden de llenado del electrón diferenciador y el orden energético de los subniveles.

- Orden de los electrones diferenciadores: Cada dos periodos aparece un subnivel nuevo (Figura 1)

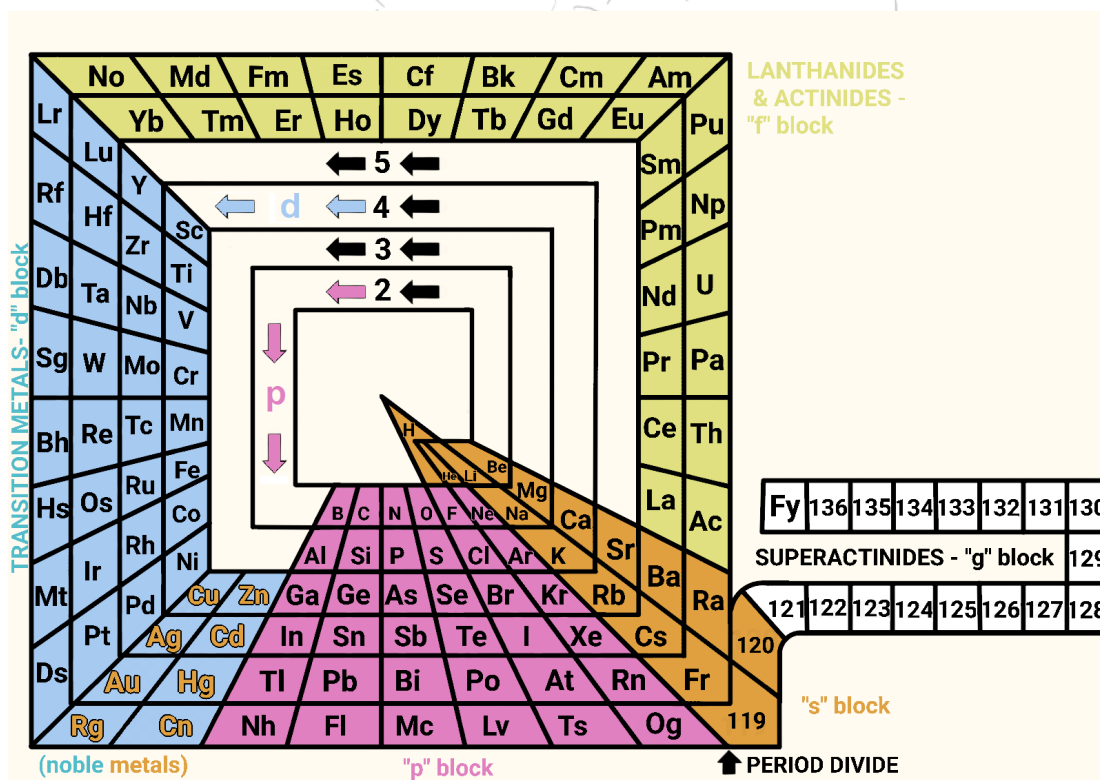


Figura 1. Espiral periódica, una representación alternativa de la tabla periódica, en la que se muestra la aparición de nuevos subniveles al aumentar el periodo, dando lugar a los bloques correspondientes. Fuente: Adaptado de Rodríguez Peña y García Guerra (2024)²

En cada periodo, los primeros electrones diferenciadores ocupan siempre el subnivel s y, a continuación, se llenan los subniveles restantes de izquierda a derecha:

- Periodo 1: Se inicia con 1s.
- Periodos 2 y 3: Aparece el subnivel p: 2s 2p
- Periodos 4 y 5: Aparece el subnivel d. Al pertenecer a n-1, se coloca a la izquierda del subnivel s: 3d 4s 4p.
- Periodos 6 y 7: Aparece el subnivel (n-2)f, que se coloca a la izquierda del (n-1)d: 4f 5d 6s 6p

En el periodo 7 se produce una estabilización relativista del subnivel s, que intercambia la posición de los subniveles 7s y 6d.

1s	1s
2s 2p	2s 2p
3s 3p	3s 3p
3d 4s 4p	3d 4s 4p
4d 5s 5p	4d 5s 5p
4f 5d 6s 6p	4f 5d 6s 6p
5f 6d 7s 7p	5f 7s 6d 7p

- b. Orden energético de los subniveles (configuración final): Una vez completada la construcción, la configuración real se obtiene simplemente leyendo los subniveles de izquierda a derecha. Por ejemplo, en el lutecio el llenado comienza por 6s, pero la configuración electrónica real es $[\text{Xe}]4f^{14} 5d^1 6s^2$.

Las dos reglas especiales de llenado

Para que el modelo sea totalmente predictivo, se incorporan dos reglas que explican por qué, en determinadas situaciones, los electrones ocupan un subnivel distinto del esperado.

- a. Regla 1: Ocupación de subniveles más grandes por repulsión intraorbital al inicio de los bloques d y f

Al comienzo de estos bloques, los subniveles adyacentes tienen energías muy próximas, por lo que los electrones prefieren ocupar subniveles más grandes y difusos para minimizar la repulsión intraorbital.

- En el bloque d: aparecen las configuraciones $d^{n+1}s^1$ tras $3d^8$, $5d^8$ y $4d^3$ (con la configuración del Pd $d^{10}s^0$), así como la ocupación inicial del subnivel 7p en Lr.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn

- En el bloque f: aparece la configuración $f^{n-1}d^1$ antes de $4f^2$ y $5f^5$, con la configuración del Th f^0d^2 . Esto explica por qué La y Ac ocupan un electrón en d antes que en f y pueden considerarse el inicio "anómalo" del bloque f.

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	No	Er	Tm	Yb
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

Como regla mnemotécnica, a partir del periodo 5 el orden energético de los subniveles prevalece sobre la repulsión intraorbital en las configuraciones $d^{n+1}s^1$ y f^n cuando la relación $Z/\text{electrones de valencia} \approx 4l$, siendo l el número cuántico azimutal ($d=2$ y $f=3$): Nb ($41/5 \approx 8$), Pt ($78/10 \approx 8$), Pr ($59/5 \approx 12$) y Pu ($94/8 \approx 12$).

- b. Regla 2: Estabilización de subniveles semillenos

La estabilidad asociada a un subnivel semilleno, debida a la máxima multiplicidad de espín, modifica el orden de llenado obtenido anteriormente.

- En el bloque d: se favorecen las configuraciones d^5s^1 o d^5s^2 , antes de la estabilización relativista del subnivel s a partir del periodo 6.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn

- En el bloque f: la configuración f^7d^1 siempre resulta más estable que f^8 (Gd y Cm).

Conclusiones

La aplicación del Principio de Construcción junto con sus dos reglas reduce las anomalías a solo dos elementos químicos: el paladio (Pd) y el torio (Th). De este modo, se obtiene una interpretación más coherente de las configuraciones electrónicas, evitando la memorización de numerosas excepciones y proporcionando un principio sólido para predecir las configuraciones electrónicas, base de la clasificación periódica, y el orden de ionización.

Bibliografía:

1. Rodríguez Peña, M. (2026). The *Construcción* principle: the improved *Aufbau* principle with 2 special filling rules. *Foundations of Chemistry*, <https://doi.org/10.1007/s10698-026-09567-3>
2. Rodríguez Peña, M. y García Guerra, J. A. (2024). The periodic spiral of elements. *Foundations of Chemistry*, 26, pp. 315–321 y el artículo divulgativo *La espiral periódica: una reforma de la tabla periódica*. *DCiencia* (Mario Rodríguez Peña): <https://www.dciencia.es/la-espiral-periodica-una-reforma-de-la-tabla-periodica/>



Mario Rodríguez Peña
Universidad Alfonso X
maripena@uax.es