

MNEMOTECNIA PARA LAS ALDOSAS Y SUS ESTRUCTURAS

*Luis Castillo, Leonardo X. Alvarez**

Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, 11501-2060 COSTA RICA

Recibido agosto 2015; Aceptado diciembre 2015

Abstract

One of the major difficulties that students might find when trying to Ace an Organic Chemistry course is the need of memorizing a lot of information. This practice is very time consuming and sometimes the memorized material is lost during the next few days after the exam. In this matter, the use of mnemonic strategies has proven to be effective in long-term memorization, so in this article we present a couple of catchy phrases and introduce the use of the Aldoses' Triangle as learning aids while dealing with the C5 and C6 aldoses.

Resumen

Una de las mayores dificultades a las que se enfrentan los estudiantes a la hora de estudiar química orgánica es la necesidad de memorizar mucha información. Esta práctica requiere de una gran cantidad de tiempo y algunas veces el material memorizado es fácilmente olvidado. En este particular, como ya se ha comprobado que el uso de mnemotécnicas resulta efectivo en la memorización a largo plazo, introducimos un par de frases fáciles de memorizar y el Triángulo de las Aldosas como herramientas para el aprendizaje de las estructuras de las aldosas de cinco y seis carbonos.

Key words: Organic Chemistry, Mnemonics, Carbohydrates, Aldoses, Pentoses, Hexoses.

Palabras Clave: Química orgánica, Mnemotécnicas, Carbohidratos, Aldosas, Pentosas, Hexosas.

I. INTRODUCCION

El tener que lidiar con grandes cantidades de memorización durante un curso de química orgánica es una práctica que consume mucho tiempo, y en la mayoría de los casos los estudiantes le hacen frente a esta situación valiéndose de su memoria a corto plazo. Este esfuerzo frecuentemente se traduce en un trabajo perdido pues la información memorizada se olvida rápidamente, lo que obliga al estudiante a repetir el ejercicio memorístico varias veces durante el semestre. En este aspecto se ha probado que el uso de mnemotécnicas es una buena herramienta para la enseñanza en el área de ciencias, principalmente porque se han reportado varios trabajos que han resultado ser de utilidad para los estudiantes [1-3].

II. APRENDIENDO EL NOMBRE DE LAS ALDOPENTOSAS Y LAS ALDOHEXOSAS.

Durante los cursos introductorios de química orgánica, los estudiantes normalmente se enfrentan con el desafío de aprender las estructuras y los nombres de los carbohidratos,

*Autor para correspondencia: leonardo.alvarezgalan@ucr.ac.cr

específicamente, cuatro D-Aldopentosas y ocho D-Aldohexosas. En la mayoría de los casos, esto se lleva a cabo de la forma difícil: dibujando la proyección de Fischer de cada compuesto repetidas veces hasta lograr su memorización. Este método es laborioso, demanda tiempo y genera estrés; lo que puede conducir a que no se dibujen bien las estructuras y los ejercicios no sean resueltos de manera correcta. Se han publicado algunas herramientas de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a superar esta dificultad, no obstante, casi su totalidad se centra en las hexosas [4-7].

La mnemotecnia propuesta por Fieser [8] “*All Altruists Gladly Make Gum In Gallon Tanks*” es una frase que ha tenido gran aceptación pero no relaciona de ninguna manera los nombres con sus estructuras. En este aspecto lo que el autor propone es una metodología simple a partir de la cual se pueden dibujar las estructuras de las aldohexosas. Sin embargo, es necesario dibujar las ocho estructuras para poder acceder a la estructura de un compuesto en particular. Para solucionar este problema muchos autores han asignado códigos binarios [9,10] o decimales [4,11] y los han relacionado con la configuración absoluta de los carbonos quirales en las estructuras. No obstante, esto también implica una carga de memorización considerable ya que es necesario memorizar el código y la estructura para cada compuesto. Ante este aspecto, queremos presentar un método confiable y fácil para dominar el nombre y las estructuras de las aldosas y las hexosas.

Es importante resaltar que ninguna frase mnemotécnica es mejor que otra. La facilidad para retener alguna frase en particular estará sujeta a condiciones socio-culturales, aficiones, lenguaje, idioma, entre otras. Por lo tanto, exhortamos al lector a construir su propia frase. De igual modo, en caso de no tener la facilidad de crear frases pegajosas, presentamos algunos ejemplos originales y otros ya reportados (Tabla 1).

TABLA 1. Frases mnemotécnicas para el nombre de las D-Aldopentosas.

<i>Nombre en Español</i>	<i>Ribosa</i>	<i>Arabinosa</i>	<i>Xilosa</i>	<i>Lixosa</i>	<i>Referencia</i>
<i>Nombre en Inglés/Francés</i>	<i>Ribose</i>	<i>Arabinose</i>	<i>Xylose</i>	<i>Lyxose</i>	
1	RAXL				[12]
2	Royal Arabian Xylophonists Lyricize				[12]
3	Ribs Are X-Rayed Last				[13]
4	El Río Ara Xilófonos Lindos				Este trabajo
5	Riddles Are eXtremely Lame				Este trabajo
6	Roberto Arteaga y Ximena Lima				Este trabajo
7	Les Rats Arrivent eXtremement Liées				Este trabajo

La mnemotecnia RAXL (Tabla 1, Línea 1) es construida fácilmente agrupando las letras iniciales del nombre de cada uno de los compuestos y presenta la ventaja que puede utilizarse para relacionar los nombres de las aldopentosas tanto en inglés, francés o español. Las otras mnemotecnias son ejemplos en tres idiomas que podrían ser de utilidad según la preferencia del lector.

De igual manera es muy recomendable el utilizar mnemotecnias en el aprendizaje de los nombres de las D-aldohexosas, véase la tabla 2 para algunos ejemplos.

III. APRENDIZAJE DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS ALDOSAS.

Una vez aprendido el nombre de las aldosas se deben considerar tres convenciones antes de aprender sus estructuras: (a) La proyección de Fischer de cada molécula se dibuja con el grupo

aldehído arriba y el alcohol primario abajo (b) comenzando con el grupo formilo, los átomos de carbonos se numeran de arriba hacia abajo y (c) los grupos hidroxilo orientados a la izquierda en la proyección se codificarán con un número uno mientras que los orientados a la derecha se codificarán con un cero. Con estos detalles en mente ahora sólo es necesario generar un código numérico simple y construir una tabla con él. El código se genera usando un patrón con el número de dos dígitos 01 (cero uno) y repitiéndolo periódicamente de manera tal que se completen los elementos necesarios de la tabla. Por ejemplo, para el caso de las D-Aldopentosas, la tabla tiene cuatro columnas (una por cada molécula) y tres filas (una por cada centro quiral). Una de estas filas (la última) se completa únicamente con ceros debido a que en los carbohidratos de la serie D, el grupo hidroxilo del último carbono asimétrico siempre se encuentra hacia la derecha en una proyección de Fischer (Tabla 3).

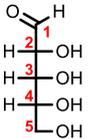
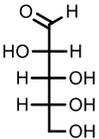
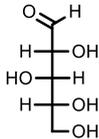
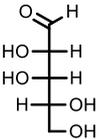
TABLA 2. Frases mnemotécnicas para el nombre de las D-Aldohexosas.

<i>Nombre en Español</i>	<i>Alosa</i>	<i>Altrosa</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Manosa</i>	<i>Gulosa</i>	<i>Idosa</i>	<i>Galactosa</i>	<i>Talosa</i>	<i>Referencia</i>
<i>Nombre en Inglés/Francés</i>	<i>Allose</i>	<i>Altrose</i>	<i>Glucose</i>	<i>Mannose</i>	<i>Gulose</i>	<i>Idose</i>	<i>Galactose</i>	<i>Talose</i>	
1	All Altruists Gladly Make Gum In Gallon Tanks								[8]
2*	Alo Altro Gluco Mano Gulo Ido Galacto Talo								-
3	A los altos en Glucosa les Mandan Golosinas Ideales Galácticamente Tolerables								Este trabajo
4	Alondra Alterna Glotonería Maniquea con Golosinas Ideales Galácticamente Tolerables								Este trabajo
5**	Allons Altruistes Glaner la Manne, Gustave Ira Garder les Taureaux								-

*Mnemotecnia formada eliminando únicamente la terminación *-osa* del nombre de cada hexosa.

**No existe referencia alguna para esta Mnemotecnia en francés. Esta frase fue tomada de la jerga universitaria francesa en la cual instan su aprendizaje entonando “*La Marseillaise*”.

TABLA 3. Nombres, código y estructura de las D-Aldopentosas

C	<i>Ribosa</i>	<i>Arabinosa</i>	<i>Xilosa</i>	<i>Lixosa</i>
2	0	1	0	1
3	0	0	1	1
4	0	0	0	0
				
	D-Ribosa	D-Arabinosa	D-Xilosa	D-Lixosa

Para completar el resto de la tabla en la primera fila se escriben los dígitos 0 y 1 en las columnas uno y dos respectivamente y estos se repiten para completar las columnas tres y cuatro. Luego, para la segunda fila el número “01” se amplía duplicando cada dígito uno por uno. Esto genera el número 0011 y la segunda fila se llena usando este valor. Con la tabla completa, las

estructuras de cada D-Aldopentosa se obtienen fácilmente decodificando los números.

En el caso de las hexosas, se usan las mismas convenciones acordadas anteriormente y se agrega una fila extra en la tabla (un carbono quiral adicional). En este caso particular, las dimensiones de la tabla son de cuatro filas de alto por ocho columnas de ancho. Nuevamente, el dígito de dos cifras 01 es usado para generar un código con el cual rellenar dicha tabla (Tabla 4).

TABLA 4. Nombres, Código y estructura de las D-Aldohexosas

C	<i>Alosa</i>	<i>Altrosa</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Manosa</i>	<i>Gulosa</i>	<i>Idosa</i>	<i>Galactosa</i>	<i>Talosa</i>
2	0	1	0	1	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	0	0	0	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0
	D-Alosa	D-Altrosa	D-Glucosa	D-Manosa	D-Gulosa	D-Idosa	D-Galactosa	D-Talosa

La primera fila se completa escribiendo periódicamente los números cero y uno hasta completar las ocho columnas. Luego se expande el código duplicando cada dígito uno por uno para generar el número 0011, el cual es utilizado para completar las primeras cuatro columnas de la segunda fila. Las últimas cuatro columnas son completadas de la misma manera. Después, cada uno de los dígitos del número 0011 son nuevamente duplicados, obteniéndose el número de ocho dígitos 00001111. Este es lo suficientemente grande para completar la fila número tres. Finalmente, puesto que se trata de Aldosas de la serie D, la fila número cuatro se completa con ceros en todas las columnas. Este simple procedimiento genera una tabla que codifica la estructura de Fischer de cada una de las estructuras de las D-Hexosas.

IV. DOMINANDO EL CODIGO: EL TRIANGULO DE LAS ALDOSAS

Luego de haber presentado una forma para codificar las estructuras de las Aldosas (Tablas 3 y 4), nos gustaría presentar una mnemotecnica original, la cual titulamos: "El Triángulo de las Aldosas". La misma, a nuestro parecer, es una manera sencilla de generar el código necesario para completar las tablas de las aldosas de la sección anterior.

Primero se dibuja un triángulo equilátero con un segundo triángulo equilátero más pequeño inserto, ambos compartiendo el vértice superior (Figura 1). Luego se escribe el dígito 01 en la parte superior del triángulo interno. Posteriormente al igual que como se explicó la construcción de la Tablas 1 y 2, cada uno de los dígitos anteriores es duplicado uno a uno para generar el número 0011 y escribirlo en la parte inferior del triángulo más pequeño. Finalmente, cada uno de los dígitos del número 0011 es duplicado y el número resultante 00001111 es utilizado para completar al triángulo (Figura 1). Esta figura contiene el código que le permitirá acceder al lector a la estructura específica de una aldosa en particular, ya sea de una pentosa (triángulo más pequeño) o una hexosa (triángulo más grande).

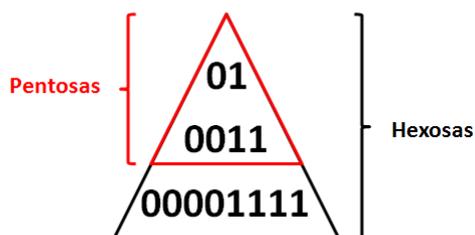


Figura 1. El Triángulo de las Aldosas

La construcción del Triángulo de las Aldosas, su interpretación y una de las frases mnemotécnicas presentadas en las tablas 1 y 2 es toda la información que se debe memorizar. La aplicación de esta herramienta (ver Apéndice) permite construir las tablas que codifican la estructura de las aldosas en muy poco tiempo y sin la necesidad de tener que dibujar todas las estructuras.

Hemos presentado una serie de frases mnemotécnicas en tres idiomas que se pueden utilizar como ayudas para la memorización de los nombres de las Aldosas de 5 y 6 átomos de carbono. Estas frases, a pesar de no tener ningún sentido literario, tienen como objetivo el que el lector pueda relacionar las palabras de las frases con los nombres de los compuestos en cuestión sin importar si su idioma es inglés, español o francés. Al mismo tiempo hemos presentado un sistema de tablas de fácil construcción que permite codificar la información correspondiente a la configuración absoluta de los centros quirales en las Aldosas. Finalmente valiéndonos del Triángulo de las Aldosas, el cual corresponde una herramienta de fácil memorización, del cual se logra generar un código que puede relacionarse con la estructura de las aldosas. De esta forma, es posible acceder a la estructura de una aldosa en particular de una forma rápida, sencilla y confiable.

V. REFERENCIAS

- [1] Yeoh, M. P. *Learning Science and Mathematics*. 2014, 9, 24-34.
- [2] Mastropieri, M. A.; Emerci, K.; Scruggs, T. E. *Behav. Disorders*. 1988, 14 (1), 48-56.
- [3] Levin, M. E.; Levin J. R. *Am. Educ. Res. J.* 1990, 27 (2), 301-321.
- [4] Sattler, L. J. *Chem. Educ.* 1931, 8 (7), 1369.
- [5] Stewart, E. D. *J. Chem. Educ.* 1945, 22 (4), 175-176.
- [6] Deloach, W. S.; Brandon, A. J. *Chem. Educ.* 1955, 32 (8), 136.
- [7] Leary, R. H. *J. Chem. Educ.* 1955, 32 (8), 409.
- [8] Fieser, L. F.; Fieser M. *Textbook of Organic Chemistry*, Heath and Company: Boston, 1950, p 343.
- [9] Klein, H. A. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* 1980, 20, 15-18.
- [10] McGinn, C. J.; Wheatley, W. B. *J. Chem. Educ.* 1990, 67 (9), 747-748.
- [11] Zheng, S. *J. Chem. Educ.* 2015, 92, 395-398.
- [12] Stick, R. V.; Williams, S. J. *Carbohydrates: The Essential Molecules of Life*, 2da ed.; Elsevier Ltd.: Amsterdam, 2009, p12.
- [13] Price, N. P. *J. Glycobiol.* 2012, 1 (2), e105.

APÉNDICE

A continuación se muestra el uso del Triángulo de las pentosas en la obtención directa de la estructura de una D-aldopentosa y una D-aldohexosa.

Ejemplo 1. Obtención de la Estructura de la D-Xilosa

- Paso 1.** Utilizando la frase mnemotécnica de su preferencia escribir los nombres de las cuatro aldopentosas.
- Paso 2.** Dibujar el Triángulo de las Aldosas.
- Paso 3.** Como el compuesto buscado es una Aldopentosa, dibujar una tabla de [4x4]. Colocar la inicial del nombre (o el nombre) del compuesto sobre cada una de las columnas de la tabla y completar la última fila con ceros.
- Paso 4.** Completar la segunda fila de la tabla con los números de la primera fila del Triángulo de las Aldosas. Repetir los dígitos hasta completar la fila.
- Paso 5.** Completar la tercera fila de la tabla con los números de la segunda fila del Triángulo de las Aldosas.
- Paso 6.** En la tabla generada, localizar la columna que corresponde al carbohidrato en cuestión y dibujar su estructura utilizando el código correspondiente y considerando las convenciones propuestas en la sección III.

Ver Figura A1 como ilustración del procedimiento anterior.

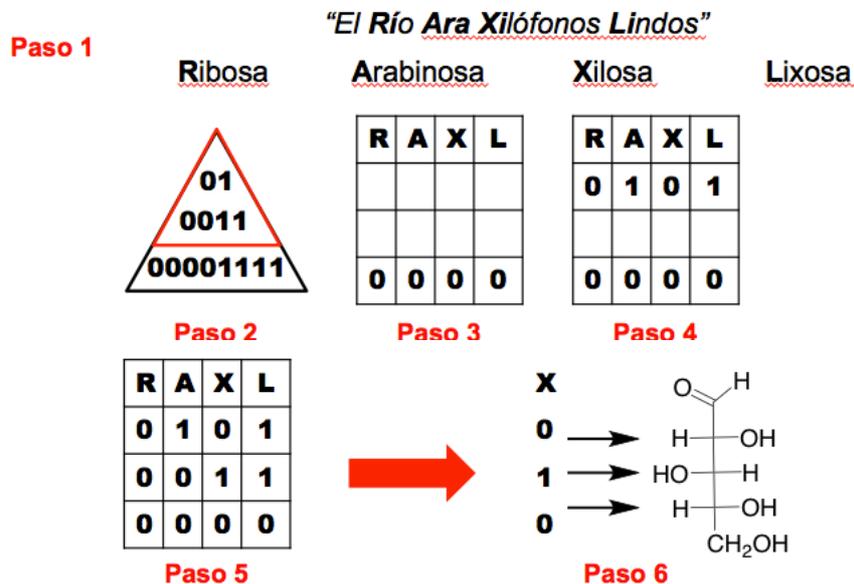


Figura A1. Uso del Triángulo de las Aldosas para dibujar la estructura de la D-Xilosa

Ejemplo 2. Obtención de la Estructura de la D-Manosa

- Paso 1.** Utilizando la frase mnemotécnica de su preferencia escribir los nombres de las ocho aldohexosas.
- Paso 2.** Dibujar el Triángulo de las Aldosas.

- Paso 3.** Como el compuesto buscado es una Aldohexosa, dibujar una tabla de [5x8]. Colocar la inicial del nombre (o el nombre) del compuesto sobre cada una de las columnas de la matriz y completar la última fila con ceros.
- Paso 4.** Completar la segunda fila de la tabla con los números de la primera fila del Triángulo de las Aldosas. Repetir los dígitos hasta completar la fila.
- Paso 5.** Completar la tercera fila de la tabla con el número de la segunda fila del Triángulo de las Aldosas repitiéndolo hasta que la fila esté llena.
- Paso 6.** Rellenar el la última fila de la tabla con el número de la tercera fila del Triángulo de las Aldosas.
- Paso 7.** En la tabla generada, localizar la columna que corresponde al carbohidrato en cuestión y dibujar su estructura utilizando el código correspondiente y considerando las convenciones propuestas en la sección III.

Ver Figura A2 como ilustración del procedimiento anterior.



Figura A2. Uso del Triángulo de las Aldosas para dibujar la estructura de la D-Manosa