



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

---

---

GENERACIÓN DE MATERIAL LÚDICO-DIDÁCTICO DE APOYO A LAS  
ASIGNATURAS DE QUÍMICA A NIVEL UNIVERSITARIO

*TESIS*

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIOLÓGICO

PRESENTA:

JOSÉ OMAR ZAMUDIO PÉREZ

CDMX

2024





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

**Presidente: Dr. Armando Marín Becerra**

**Vocal: Dr. Héctor García Ortega**

**Secretario: Dr. Miguel Reina Tapia**

**1er. Suplente: M. en C. Alberto Colin Segundo**

**2do. Suplente: Dra. Daniela Franco Bodek**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:** Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

**ASESOR DEL TEMA:**

**Miguel Reina Tapia**

**SUSTENTANTE:**

**José Omar Zamudio Pérez**

## CONTENIDO

<i>Introducción</i>	1
1. México. Estadística poblacional	1
2. Sistema Educativo Nacional	4
3. Modelo Educativo en México	6
4. Calidad Educativa	8
5. ¿Cuál es el problema de la educación en México?	11
6. Tipos/Estilos de aprendizaje	13
7. Enseñanza de las Ciencias en México	21
8. Educación Química	22
<i>Antecedentes</i>	26
1. Gamificación/Ludificación	26
2. Otros juegos para la enseñanza de la química	28
3. La Tabla Periódica de los elementos químicos	29
4. La Lotería Mexicana	30
• Cartas	31
• Cartones	38
<i>Objetivos</i>	41
• Objetivo General	41
• Objetivos particulares	41
<i>Metodología</i>	42
1. Diseño de los Cuestionarios	42
2. Cuestionarios	42
3. Respuestas de los Cuestionarios	46
<i>Resultados</i>	47
1. La Lotería de los Elementos Químicos	47
2. Formato de las cartas	49
3. Datos de las cartas	50
4. Instructivo del juego	65
5. Cartas de La Lotería de los Elementos Químicos	65
6. Cartones de La Lotería de los Elementos Químicos	66
<i>Conclusiones</i>	67
<i>Bibliografía</i>	69

## Introducción

### 1. México. Estadística poblacional

México, conocido oficialmente como Estados Unidos Mexicanos, cuenta con una población de 126,014,024 habitantes según los datos recopilados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020.<sup>1</sup> En la Figura 1, se presenta la distribución demográfica en el país, misma que muestra que el 51.2 % (64,519,180 habitantes) de la población son mujeres, mientras que el 48.8 % (61,494,844 habitantes) son hombres.<sup>1</sup>

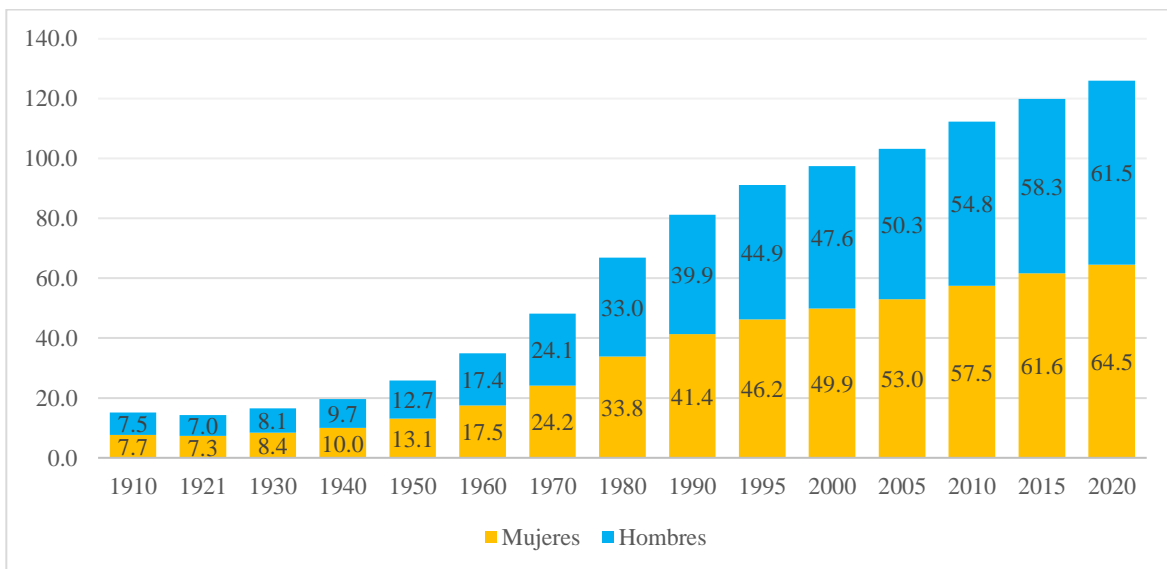


Figura 1. Crecimiento poblacional en México en millones de personas. Periodo 1910 - 2020.<sup>1</sup>

Durante las últimas décadas, la población en México ha experimentado un crecimiento constante. De acuerdo con las estimaciones, en el año 2022 la cantidad de habitantes llegó a ser de aproximadamente 130 millones de habitantes. En caso de que en el transcurso del 2023 se haya superado dicha cifra, esto indicaría un aumento considerable en la población del país.<sup>2</sup>

Este crecimiento poblacional plantea diversos desafíos para México, y uno de ellos es la reducción del porcentaje de analfabetismo en el país. A medida que aumenta la población, también aumenta el número de personas que necesitan acceder a la educación y adquirir habilidades básicas de lectura, escritura y comprensión.

El analfabetismo es un problema que afecta a muchas naciones en desarrollo, y México no es una excepción. Aunque el país ha realizado esfuerzos importantes para combatir el

analfabetismo a lo largo de los años, el crecimiento demográfico presenta un desafío adicional, ya que implica una mayor demanda de servicios educativos. Para abordar este desafío, es necesario implementar políticas y programas efectivos que promuevan la educación y faciliten el acceso a ella. Esto implica invertir en infraestructuras educativas, formar y contratar más docentes capacitados, desarrollar programas de alfabetización para adultos y promover la educación inclusiva en todas las regiones del país.

Además, es importante tener en cuenta que el analfabetismo no solo se refiere a la incapacidad de leer y escribir, sino también a la falta de habilidades básicas en matemáticas y otras áreas. Por lo tanto, las estrategias para combatir el analfabetismo deben abarcar un enfoque integral de la educación.

Se estima que aproximadamente el 95 % de la población en México posee habilidades de lectura y escritura, lo que indica un crecimiento educativo a nivel nacional en personas mayores de 15 años. Esta cifra representa un aumento significativo en comparación con datos anteriores y refleja el compromiso del país con la educación y el desarrollo de sus habitantes.

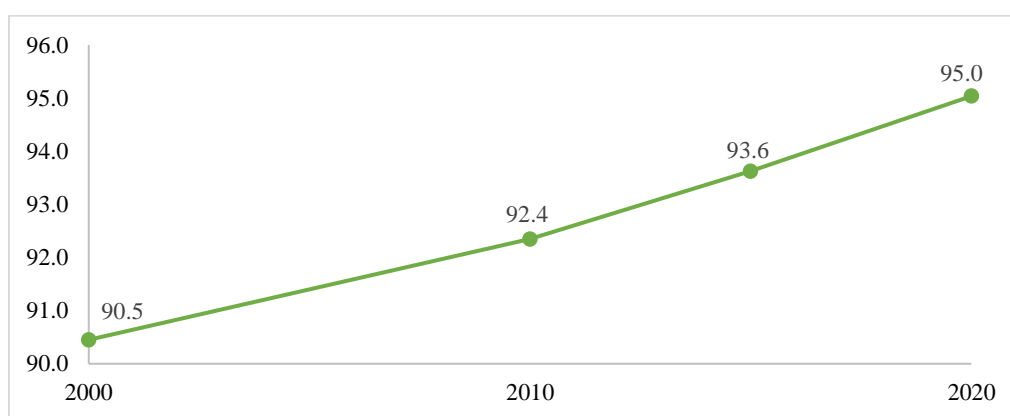


Figura 2. Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas de 2000 a 2020 en México.<sup>2</sup>

La desigualdad en el rubro de acceso a la educación es un tema relevante en México, y se evidencia especialmente en la disparidad entre los estados demográficos del país (Figura 3). Mientras que en la Ciudad de México (CDMX) se han logrado avances significativos en la reducción del analfabetismo (98.2 % de alfabetismo), en otros estados del país esta problemática persiste de manera más pronunciada (Tabasco, San Luis Potosí, Veracruz, entre otros estados, con un porcentaje menor al 95 % en alfabetización). Otros factores como la falta de recursos educativos, una infraestructura deficiente, la pobreza y la marginalización contribuyen a esta desigualdad, por lo que es fundamental que se implementen políticas

educativas que aborden de manera específica estas disparidades regionales, brindando recursos y apoyo a las comunidades más vulnerables. La equidad en el acceso a la educación es un requisito esencial para construir una sociedad más justa y garantizar oportunidades iguales para todos los mexicanos.<sup>2</sup>

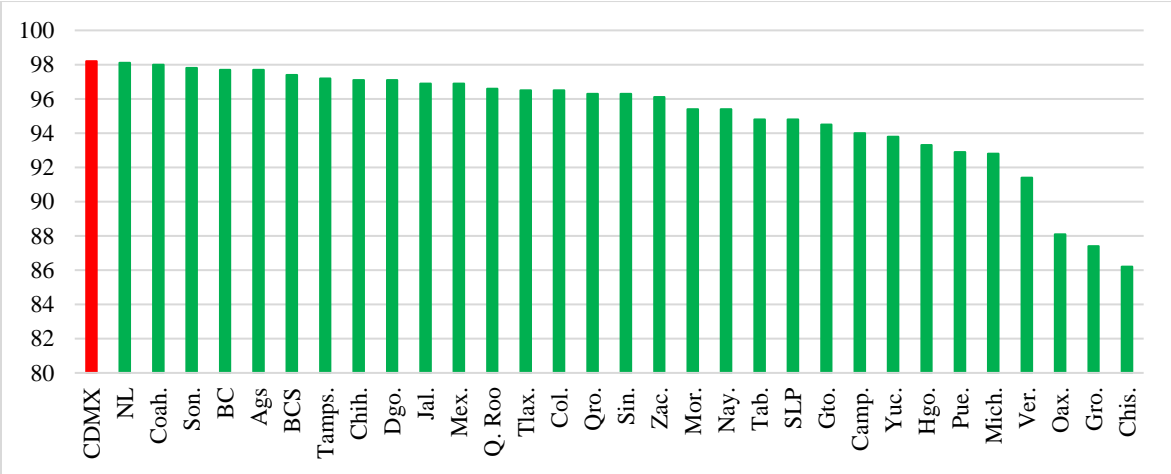


Figura 3. Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas. Distribución estatal México 2020.<sup>2</sup>

Se estima que cerca de 31,688,007 personas de 5 años y más asisten a la escuela (Figura 4), lo que equivale a un 25.12 % de la población total (126,014,024 personas). Estas cifras subrayan la significativa relevancia de la educación en el país, al tiempo que revelan que el crecimiento de la población no sigue una tendencia lineal con el incremento de personas de 5 años y más, que asisten a la escuela. Esto se evidencia en las pendientes de las gráficas mostradas en la Figura 4, que indican que el aumento en la asistencia escolar es gradual pero no es tan pronunciado en comparación con el crecimiento poblacional.

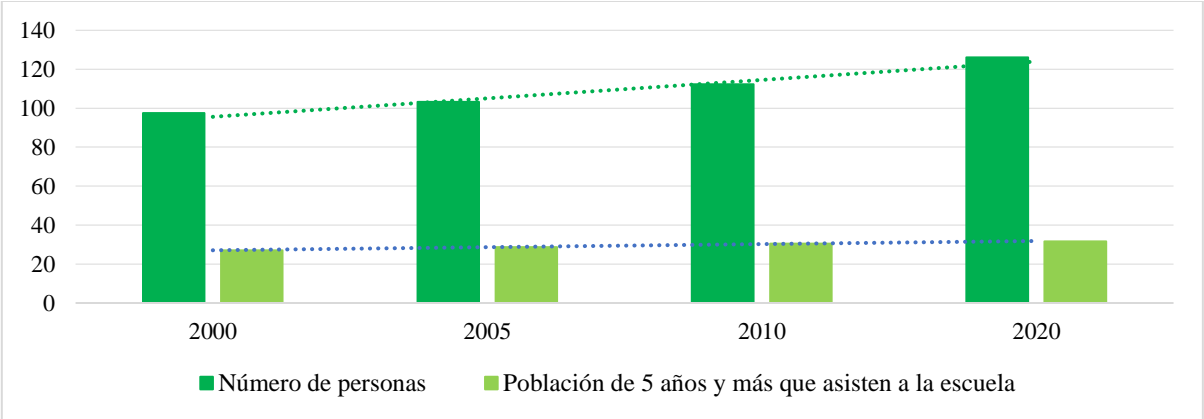


Figura 4. Población total vs personas de 5 años y más que asisten a la escuela, en millones de personas.<sup>2,3</sup>

## 2. Sistema Educativo Nacional

El Sistema Educativo Nacional está estructurado en distintos niveles y modalidades para garantizar una educación completa y accesible a todos los ciudadanos. Estos niveles incluyen el Básico, Medio Superior y Superior, y se ofrecen en modalidades escolares, no escolarizadas y mixtas, con el objetivo de adaptarse a las necesidades y preferencias de los estudiantes (Figura 5).<sup>4</sup>

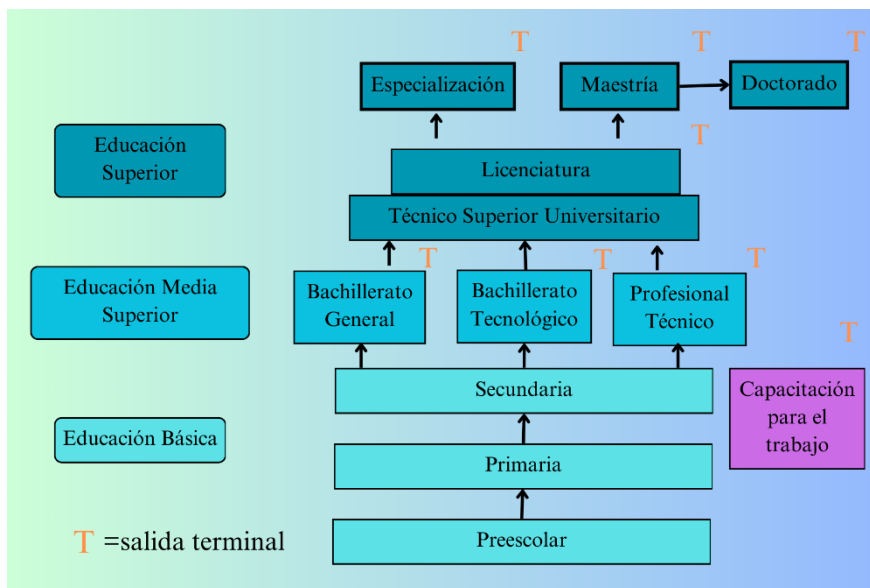


Figura 5. Esquema del Sistema Educativo Nacional.<sup>4</sup>

Dentro del tipo de educación básica, se encuentran los niveles Preescolar (6,110,435 estudiantes, INEGI 2020), Primaria (33,253,208 estudiantes, INEGI 2020) y Secundaria (29,426,059 estudiantes, INEGI 2020). Estos niveles constituyen los cimientos fundamentales del aprendizaje, brindando a los estudiantes las bases necesarias para su desarrollo académico y personal (Figura 6).<sup>5</sup>

Por su parte, el tipo Medio-Superior abarca el nivel de bachillerato (21,149,168 estudiantes, INEGI 2020) y otros niveles equivalentes a este, así como la educación profesional que no requiere de bachillerato o sus equivalentes. Esta etapa educativa tiene como objetivo preparar a los estudiantes para su ingreso a la educación superior o para incorporarse al mundo laboral, conocimientos necesarios y habilidades específicas en distintas áreas. (Figura 6).<sup>6</sup>

El tipo superior (16,777,488 personas, INEGI 2020), que se imparte después del bachillerato o sus equivalentes, comprende una amplia variedad de opciones educativas. Entre ellas se



encuentran la licenciatura, la especialidad, la maestría y el doctorado, así como las opciones terminales previas a la conclusión de la licenciatura, como los estudios de Técnico Superior Universitario. Además, abarca la educación normal (123,608 estudiantes, INEGI 2020) en todos sus niveles y especialidades, formando a futuros docentes y profesionales en el ámbito educativo. (Figura 6).<sup>7</sup>

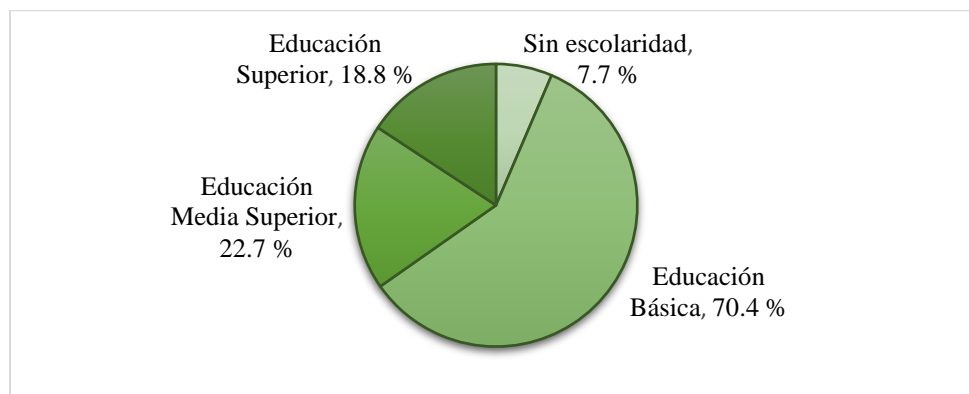


Figura 6. Población de 3 años y más con algún grado escolar en México 2020.<sup>8</sup>

Es importante destacar que el Sistema Educativo Nacional busca promover la calidad, equidad e inclusión en todos sus niveles y modalidades para combatir el rezago educativo. Para ello, se implementan políticas y programas que buscan garantizar el acceso a una educación de calidad, fomentar la formación integral de los estudiantes y fortalecer el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para su inserción en la sociedad.

La modalidad educativa es la primera gran división del Sistema Educativo Nacional, y determina cómo se imparte el proceso educativo, ésta se divide en tres: la modalidad escolarizada, no escolarizada y modalidad mixta.<sup>9</sup>

La modalidad escolarizada se refiere a los servicios educativos que se ofrecen en instituciones educativas académicas de manera sistemática. Estas instituciones cuentan con instalaciones adecuadas según las especificaciones establecidas por las autoridades educativas. En la modalidad escolarizada existen dos opciones: presencial (esta opción de la modalidad escolarizada se caracteriza por la existencia de coincidencias espaciales y temporales entre quienes participan en un programa académico y la institución que lo ofrece) e intensiva (esta opción de la modalidad escolarizada comparte los elementos de la educación presencial. Su diferencia radica en la condensación curricular y la reducción de los calendarios).<sup>10</sup>

En contraste, la modalidad no escolarizada se refiere a los servicios educativos no presenciales, en la que los estudiantes no asisten a las instituciones educativas de manera presencial. En lugar de ello, se utilizan recursos y elementos que permiten el aprendizaje a distancia. Esta modalidad se apoya en recursos didácticos de auto acceso, como materiales impresos o digitales, así como en el uso de equipos de informática y telecomunicaciones. Además, el personal docente desempeña un papel fundamental al brindar orientación y apoyo a los estudiantes en su proceso de formación.

La modalidad mixta combina elementos de las modalidades escolarizada y no escolarizada. Se caracteriza por su flexibilidad, ya que los estudiantes pueden cursar asignaturas o módulos del plan de estudios tanto de manera presencial como no presencial.<sup>11</sup>

### 3. Modelo Educativo en México

El modelo educativo en México ha sufrido grandes cambios en los últimos 10 años;

- Reforma 2011: se regía por una educación basada en la adquisición de competencias y estándares de calidad, en donde el estudiante tenía que demostrar que contaba con las habilidades y destrezas necesarias para conducirse con éxito en la vida social y laboral. Sin embargo, surgieron dificultades para evaluar y demostrar dichas habilidades en la práctica.
- Reforma 2017: la educación en México se volvió integral, enfocada a competencias clave para el desarrollo humano. Se fortaleció el modelo de aprendizaje centrado en el alumno, donde este es el principal protagonista y constructor de su propio conocimiento, mientras que el docente pasó de ser instructivo a ser un facilitador de recursos para la formación del estudiante. A pesar de que se trató de que este cambio fuera algo positivo, surgió la incertidumbre en cuanto a la calidad de la enseñanza y la formación de los estudiantes.
- Nueva Escuela Mexicana 2022: con este cambio, ya no es el alumno sino la comunidad el centro del aprendizaje. Pasando del “Yo” al “Todos nosotros” en el marco de una educación más diversa e inclusiva, donde las similitudes y diferencias entre los alumnos, docentes y toda la comunidad educativa en general, son tomados en cuenta como parte del proceso de aprendizaje. Sin embargo, este

cambio plantea nuevos desafíos en la implementación y adaptación del sistema educativo, ya que requiere una transformación profunda en la mentalidad y en las prácticas de todos los involucrados.<sup>12</sup>

La Tabla 1 presenta un extracto de un análisis comparativo realizado en [materialeducativo.org](http://materialeducativo.org)<sup>12</sup>, que aborda los programas de estudio de los años 2011, 2017 y 2022. Este análisis se enfoca en la evaluación de la organización de los niveles educativos, los perfiles de egreso de los estudiantes, las metodologías de evaluación y los cambios implementados en los libros de texto. En el contexto de esta tesis, se tomará exclusivamente la sección que se relaciona con el enfoque y los principios pedagógicos.

Tabla 1. Comparación de los planes de estudios 2011, 2017 y 2022.<sup>12</sup>

PROGRAMA 2011	PROGRAMA 2017	PROGRAMA 2022
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante y sus procesos de aprendizaje en el centro.</li> <li>• Planificar para potenciar el aprendizaje.</li> <li>• Generar ambientes de aprendizaje.</li> <li>• Trabajo en colaboración.</li> <li>• Competencias (habilidades, conocimientos, valores, actitudes), estándares y aprendizajes esperados.</li> <li>• Uso de materiales educativos.</li> <li>• Evaluar para aprender.</li> <li>• Inclusión para atender la diversidad.</li> <li>• Temas de relevancia social.</li> <li>• Renovar el pacto estudiante-docente-familia-escuela.</li> <li>• Reorientar el liderazgo.</li> <li>• Tutoría y asesoría académica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento educativo basado en el humanismo. Pone al estudiante y su aprendizaje en el centro del proceso educativo.</li> <li>• Currículo flexible en cada escuela. La pedagogía debe contribuir a la construcción de una comunidad de aprendizaje.</li> <li>• Trabajo colaborativo, basado en preguntas, problemas y proyectos.</li> <li>• Competencias: Conocimientos, habilidades, actitudes y valores.</li> <li>• Fortalecer las habilidades socioemocionales.</li> <li>• Ir más allá de las pruebas para evaluar. Los errores son oportunidades de aprendizaje.</li> <li>• Sistema educativo incluyente y de calidad; Atender la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comunidad como núcleo de los procesos educativos Objetivo: Promover el aprendizaje de excelencia, inclusivo, pluricultural, colaborativo y equitativo.</li> <li>• Educación para la democracia; se aprenden valores, saberes, conocimientos y habilidades para ejercer su ciudadanía de manera crítica, activa y solidaria.</li> <li>• Metodologías diferenciadas según el campo formativo: AB** Proyectos, AB** en indagación desde STEM*, AB** en problema, aprendizaje por servicio.</li> <li>• Hay interacción de diferentes saberes desde un horizonte plural y una perspectiva interdisciplinaria.</li> </ul>

	<p>promoción de las mujeres en STEM*.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear ciudadanos que participen en la vida social, económica y política.</li> <li>• El alumno requiere que haya concordancia de propósito entre la escuela y la casa;</li> </ul> <p>Incluir los pilares de la educación del siglo XXI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomía curricular y profesional de magisterio para interpretar el currículo y adecuar los programas a su realidad cotidiana.</li> </ul>
--	---	---

\* STEM es un acrónimo que representa las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)

\*\* AB se refiere a "Aprendizaje Basado"

#### 4. Calidad educativa

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), dirigido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), tiene como objetivo medir las competencias y conocimientos de estudiantes de 15 años en áreas clave como lectura, matemáticas, ciencias y, opcionalmente, conocimientos financieros. La evaluación PISA 2018 se enfocó principalmente en la lectura, con matemáticas, ciencias y competencia global como aspectos secundarios. Los resultados se publicaron en diciembre de 2019.

En el año 2018, alrededor de 600.000 estudiantes de 15 años participaron en la evaluación, representando a más de 32 millones de jóvenes de 15 años en 79 países y economías. En el caso de México, 7,299 estudiantes completaron la evaluación, lo que equivale al 66 % de la población total de estudiantes de 15 años en el país.

PISA busca determinar el grado en que los estudiantes que se acercan al final de su educación obligatoria han adquirido las habilidades y conocimientos necesarios para una participación efectiva en la sociedad basada en el conocimiento. Las pruebas se realizan cada tres años y la selección de estudiantes se basa en la edad (entre 15 años y tres meses y 16 años y dos meses al inicio de la evaluación), no en su nivel de grado escolar.

Lamentablemente, según los resultados de la prueba de 2018, los estudiantes mexicanos obtuvieron puntajes significativamente inferiores al promedio de la OCDE en lectura, matemáticas y ciencias.<sup>13,14</sup>

Para la prueba de Lectura, las estudiantes mexicanas obtuvieron 426 puntos, 11 puntos más que los estudiantes varones, que obtuvieron 415, dando una media de 420 puntos, como se muestra a continuación (Figura 7).

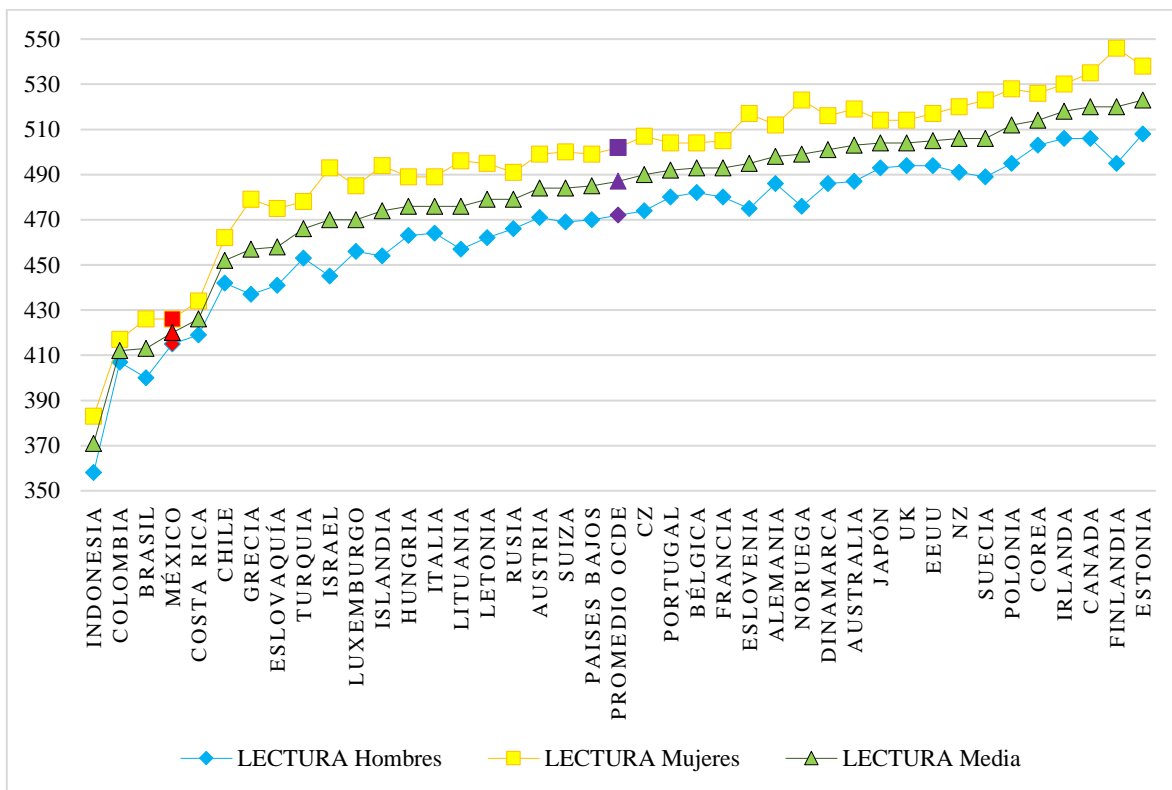


Figura 7. Resultado de la prueba de lectura, PISA 2018. OCDE (2023)

En la prueba de Matemáticas. Los estudiantes mexicanos tuvieron 415 puntos, mientras que las estudiantes 403, con una media de 409 puntos.

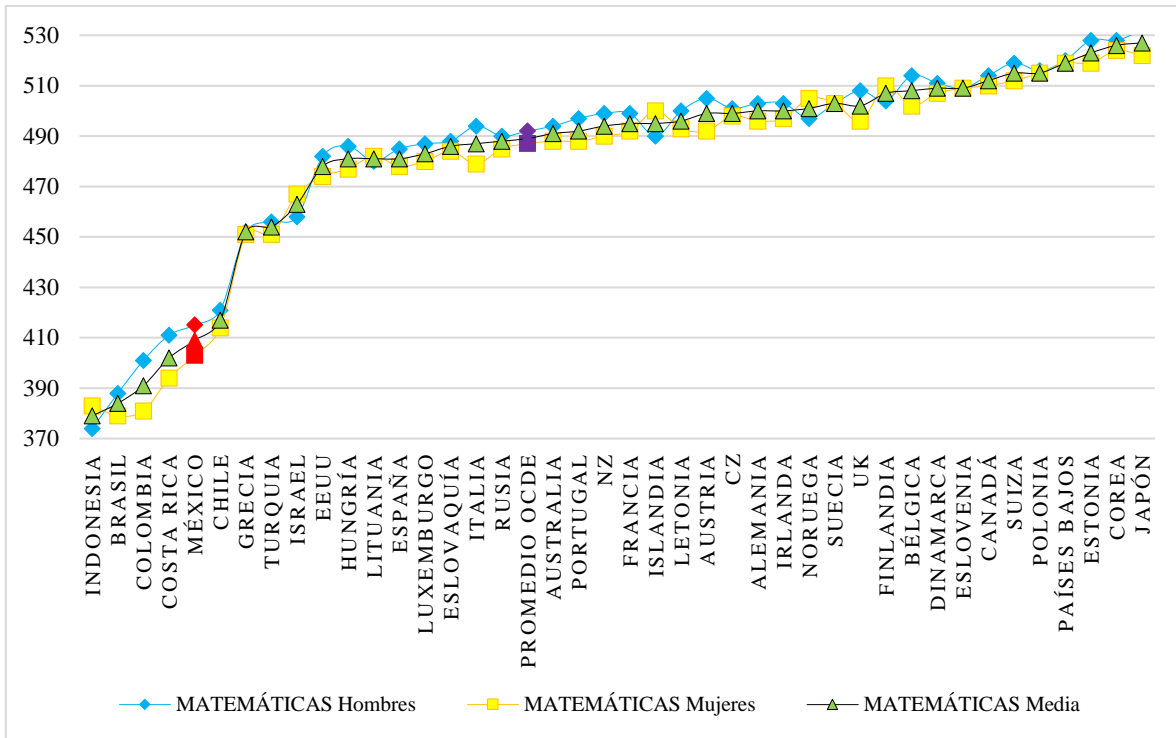


Figura 8. Resultados de la prueba de matemáticas, PISA 2018. OCDE (2023)

Por último, en la prueba de Ciencias, la media mexicana fue de 419 puntos, con 424 puntos los alumnos varones y 415 las alumnas.

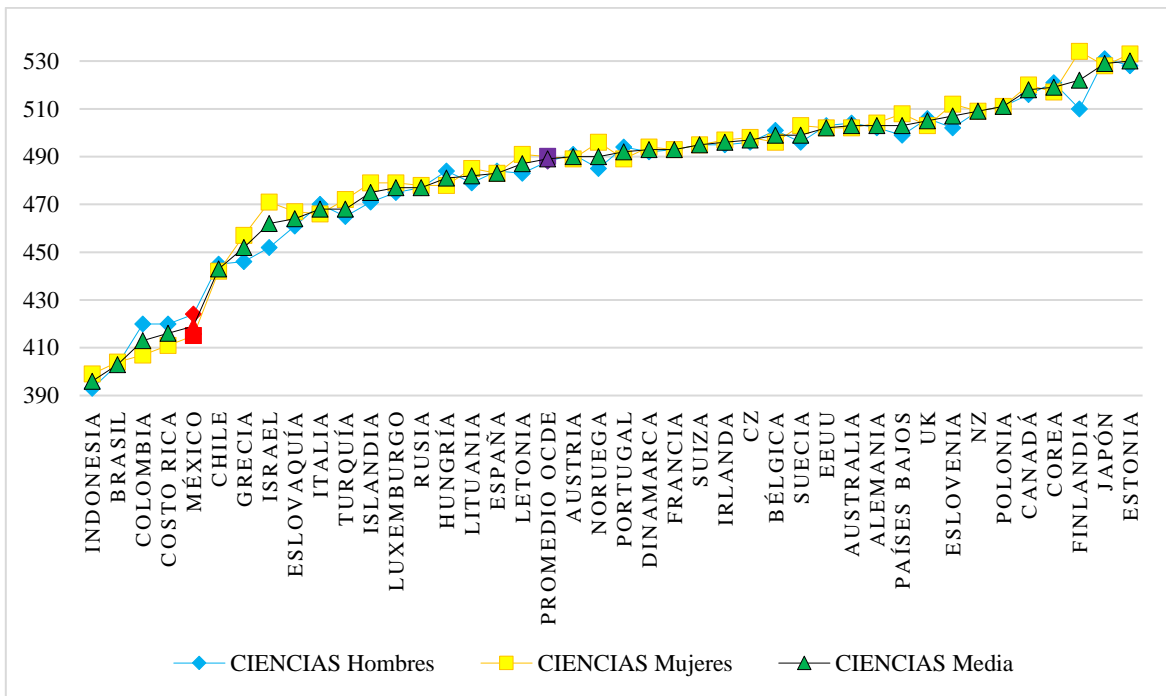


Figura 9. Resultados de la prueba en Ciencia, PISA 2018. OCDE (2023)

De acuerdo con la OCDE en la prueba PISA no hay un puntaje máximo ni mínimo a obtener. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 10, es notable la deficiencia educativa en nuestro país, ya que, en las tres pruebas, México se encuentra por debajo del promedio, mostrando una deficiencia que se ha mantenido sin cambios significativos al menos desde el año 2000.<sup>15</sup>

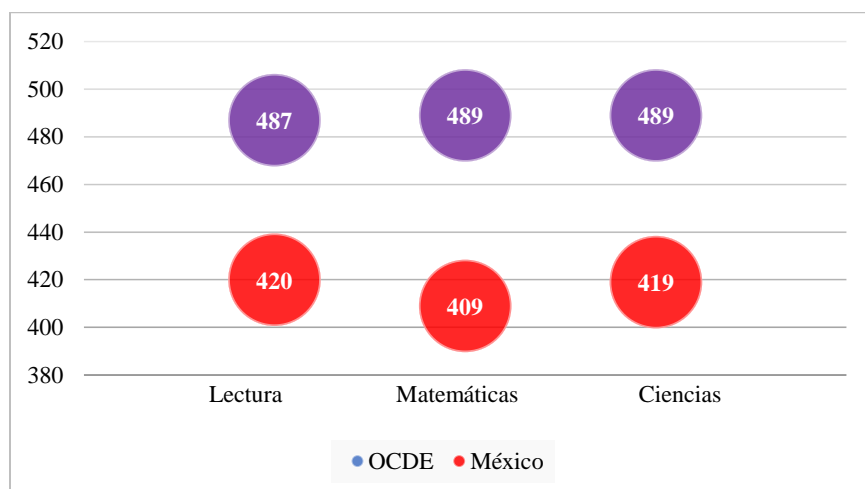


Figura 10. Diferencia de los resultados promedios entre México y el promedio de la prueba PISA 2018.<sup>13</sup>

##### 5. ¿Cuál es el problema de la educación en México?

A pesar de los ajustes implementados en el modelo educativo en la última década, no se ha observado un avance sustancial en el nivel educativo de los estudiantes mexicanos. Esto se refleja en una tasa de finalización universitaria que se sitúa por debajo del 70 % en la población. Según los datos proporcionados por la Subsecretaría de Educación Media Superior, en los últimos 20 años, de cada 100 niños y niñas que inician la primaria, solo 88 continúan a la secundaria, 70 logran acceder a la educación media superior, y de ese grupo, solamente 24 consiguen completar su bachillerato.<sup>16</sup>

El secretario de educación pública, Esteban Moctezuma Barragán, quien ocupó el cargo desde 2018 hasta 2021, mencionó en el "Boletín No. 167: Trabaja SEP para mitigar la deserción y el abandono escolar ante la pandemia por el COVID-19" que el abandono escolar se manifiesta cuando los estudiantes dejan de dar prioridad a sus estudios debido a factores externos y la necesidad de atender otras demandas, en especial las económicas.<sup>17</sup>

Durante el ciclo escolar 2018-2019, se registraron tasas promedio de abandono escolar del 0.6 por ciento en educación primaria y del 4.4 por ciento en educación secundaria a nivel nacional. El secretario de Educación Pública señaló que a medida que los niños y niñas crecen, también aumenta la incidencia de abandono escolar. En la Educación Media Superior, la tasa promedio a nivel nacional durante el mismo periodo se aproximó al trece por ciento, evidenciando un aumento significativo de este problema.

Un factor importante que contribuye a la deserción académica es el aburrimiento que experimentan los estudiantes debido a la falta de comprensión de los temas y, como resultado, la pérdida de interés en continuar aprendiendo. Esta preocupación se destacó en una de las preguntas formuladas en la Encuesta Voces de las Niñas, Niños y Jóvenes realizada por la Secretaría de Educación Pública en 2017.<sup>17</sup>

Con el propósito de abordar esta problemática, la Nueva Escuela Mexicana 2022 se propone como un enfoque que busca brindar soluciones. Uno de los aspectos fundamentales de esta reforma educativa es otorgar una mayor autonomía a los docentes para desarrollar enfoques pedagógicos innovadores. Esta medida se considera uno de los cambios más controvertidos en la estructura educativa de la Nueva Escuela Mexicana, tal como se establece claramente en su apartado II:

"Autonomía profesional del magisterio: permitir la adaptación de los contenidos de los programas de estudio en función de la realidad social, territorial, cultural y educativa de los estudiantes".<sup>18</sup>

Aunque aún no se han publicado los detalles y requisitos específicos de los programas de estudio, resulta destacable que los maestros ya no se verán limitados a los contenidos estrictos de un libro de texto, sino que tendrán la libertad de utilizar una amplia variedad de recursos y herramientas pedagógicas propuestas tanto por ellos mismos como por sus instituciones educativas.<sup>19</sup>

Teniendo en cuenta lo mencionado previamente, que abarca desde los cambios en las reformas educativas hasta los resultados de la Encuesta Voces de las Niñas, Niños y Jóvenes de la consulta SEP en 2017, así como los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos ( PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo



Económicos (OCDE) en 2018, se pone de manifiesto que la calidad educativa en nuestro país puede alcanzarse mediante la adopción de modelos pedagógicos distintos al enfoque tradicional de la educación.

El enfoque tradicional, que se caracteriza por una relación unidireccional entre el profesor y el alumno, así como por encontrarse centrado en libros de texto y evaluaciones basadas en exámenes, puede enriquecerse al tomar en cuenta una amplia variedad de métodos pedagógicos alternativos que tienen el potencial de asegurar una educación de alta calidad.

Estos enfoques pedagógicos innovadores poseen un gran potencial para cumplir con el objetivo primordial de educar a los jóvenes mexicanos, que serán los futuros líderes y constructores de nuestro país. La nueva reforma educativa, al abrirse a nuevas posibilidades y adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, puede propiciar un ambiente educativo más participativo, interactivo y motivador. Esto, a su vez, promoverá un aprendizaje significativo y un desarrollo integral en los educandos.

Es esencial aprovechar estas nuevas oportunidades para transformar la educación, proporcionando a los alumnos las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos de un mundo en constante cambio. La adopción de enfoques pedagógicos que estimulan la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas cultivará una generación de jóvenes capaces de afrontar los retos futuros y contribuir al progreso y desarrollo de nuestra sociedad.

## 6. Tipos/Estilos de aprendizaje

La adquisición de conocimiento por parte de una persona no solo depende de la forma en que se le enseña, sino también de cómo se le facilita la obtención de dicho conocimiento. Esto se debe a que cada individuo posee su propio estilo de aprendizaje, el cual puede influir en su capacidad para comprender, retener y aplicar la información.

A finales del siglo XIX, el fisiólogo ruso Iván Pávlov propuso la teoría del condicionamiento clásico, que establece que los organismos tienen la capacidad de asociar estímulos con respuestas. En sus experimentos, Pávlov describió cómo los perros podían aprender a asociar un estímulo neutro, como el sonido de una campana, con la comida, lo que provocaba que salivaran incluso cuando solo se presentaba el estímulo neutro. Este fenómeno se conoce



como "reflejo condicionado" y marcó un hito significativo en el estudio del proceso de aprendizaje.<sup>20</sup>



Albert Bandura psicólogo y pedagogo ucraniano-canadiense, es reconocido por su teoría del aprendizaje social, en la que destaca que los individuos aprenden a través de la observación y la imitación de modelos.<sup>21</sup> Su famoso experimento de la "Bobo Doll" sugirió que la agresión es un comportamiento aprendido y potenciado.<sup>22</sup> En el experimento, niños fueron expuestos a un video de un adulto dentro de un cuarto de juegos que se comportaba agresivo con un muñeco inflable conocido como Bobo Doll, los niños que vieron el video imitaron las acciones y mostraron comportamientos agresivos hacia el muñeco en la sala de juegos, incluso inventando nuevas formas para agredir al Bobo Doll. Por otro lado, los niños que no fueron expuestos al video no desarrollaron ese comportamiento agresivo. Este estudio evidenció el impacto de la observación en el aprendizaje social y el papel activo que juegan los individuos en la adquisición de nuevos comportamientos y por tanto nuevos conocimientos.<sup>22, 23</sup>

Tanto el condicionamiento clásico de Pávlov como la teoría del aprendizaje social de Bandura han dejado una huella profunda en la comprensión del proceso de aprendizaje humano. Estas teorías han ejercido un impacto significativo en una amplia variedad de campos, que abarcan desde la psicología hasta la educación, y han servido como cimientos teóricos cruciales para el desarrollo de intervenciones y estrategias de enseñanza altamente efectivas.

Es importante destacar que, en el ámbito de la educación y la psicología, existe una diversidad de enfoques y teorías que exploran los diferentes estilos o tipos de aprendizaje. Algunos de estos enfoques incluyen el modelo VARK, el modelo de estilos de aprendizaje de Kolb y el modelo de inteligencias múltiples de Howard Gardner. A continuación, se proporciona una breve descripción del modelo VARK, concebido por Neil Fleming en 1992, que identifica cuatro estilos principales de aprendizaje:

Tabla 2. Modelo de VARK. Estilos de Aprendizaje.<sup>24,25</sup>

	Visual: Las personas con este estilo de aprendizaje prefieren el uso de imágenes, gráficos y esquemas para comprender la información de manera más efectiva.
	Auditivo: Los estudiantes auditivos aprenden mejor a través del sonido y la escucha activa. Les resulta útil participar en discusiones, escuchar conferencias y utilizar grabaciones de voz.

	<p>Lectura/escritura: Este estilo de aprendizaje se centra en el texto escrito. Los estudiantes que se inclinan por este estilo prefieren leer y escribir resúmenes, notas y textos para procesar y retener la información.</p>
	<p>Kinestésico: Los estudiantes kinestésicos aprenden mejor a través de la experiencia práctica y la interacción física. Les gusta participar en actividades prácticas, experimentos y proyectos que les permitan manipular y relacionarse con los objetos.</p>

Es importante destacar que la mayoría de las personas tienen una combinación de estilos de aprendizaje, aunque pueden tener preferencias más marcadas hacia uno o dos estilos en particular. Conocer el estilo de aprendizaje puede ayudar a adaptar los métodos de estudio y encontrar estrategias que se ajusten mejor a las necesidades de los estudiantes, mejorando así su rendimiento académico.

El modelo de estilos de aprendizaje de Kolb propuesto por el psicólogo estadounidense David Kolb en 1984, sugiere que los individuos tienen preferencias y formas distintas de aprender. Este modelo identifica cuatro estilos de aprendizaje principales, que están relacionados con cuatro fases o etapas del proceso de aprendizaje: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa.<sup>26, 27</sup>

- Experiencia concreta: Se refiere a la preferencia por aprender a través de la experiencia directa y práctica. Las personas con este estilo de aprendizaje aprenden mejor al estar involucradas en situaciones reales y tangibles, utilizando sus sentidos y experimentando de primera mano.
- Observación reflexiva: Este estilo de aprendizaje se caracteriza por la preferencia de observar y reflexionar sobre las experiencias. Las personas con este estilo de aprendizaje tienden a analizar detenidamente las situaciones, considerar diferentes perspectivas y reflexionar sobre los resultados antes de tomar decisiones o actuar. Les gusta analizar las situaciones desde diferentes ángulos y buscar el significado detrás de las experiencias.
- Conceptualización abstracta: El tercer estilo de aprendizaje según el modelo de Kolb se basa en la conceptualización abstracta. Las personas con este estilo prefieren la reflexión teórica y la conceptualización. Les gusta analizar y sintetizar información para desarrollar conexiones en la información. Aprenden mejor cuando

pueden analizar y comprender las ideas en un nivel más abstracto, relacionándolas con conceptos más amplios y generalizables.

- Experimentación activa: El cuarto estilo de aprendizaje del modelo de Kolb es la experimentación activa. Las personas con este estilo de aprendizaje prefieren aprender a través de la acción y la experimentación directa. Les gusta probar nuevas ideas, aplicar lo aprendido en situaciones prácticas y experimentar de manera activa. Aprenden mejor cuando pueden participar activamente en actividades prácticas, realizar pruebas y obtener comentarios inmediatos. Tienden a ser personas prácticas y orientadas a la acción, que aprenden haciendo y enfrentando desafíos reales.

Aunque la experiencia concreta y la experimentación activa parezcan ser lo mismo, existe una diferencia importante, ya que en la experiencia concreta se enfoca en aprender a través de la participación y la inmersión en situaciones reales, mientras que la experimentación activa se centra en aprender a través de la acción, la prueba y el error, y la aplicación práctica de ideas y teorías.

En resumen, el modelo de estilos de aprendizaje de Kolb propone que cada individuo tiene una combinación única de preferencias de aprendizaje, que se relacionan con las cuatro etapas del proceso de aprendizaje: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Identificar y comprender estos estilos de aprendizaje puede ayudar a adaptar y diseñar estrategias de enseñanza que se ajustan a las preferencias individuales de aprendizaje. Al comprender y aprovechar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, los educadores pueden crear entornos de aprendizaje más efectivos y estimulantes. Esto permite a los estudiantes participar de manera activa y significativa en su proceso de aprendizaje, mejorando así su comprensión y retención de la información. En última instancia, el modelo de estilos de aprendizaje de Kolb busca promover un enfoque más personalizado y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes, optimizando así su experiencia educativa.<sup>26, 27, 28</sup>

Basado en lo anterior, Kolb identificó 2 dimensiones principales para el aprendizaje: la percepción y el procesamiento.

Existen dos enfoques distintos de percepción que pueden ser identificados como polos opuestos. Por un lado, están aquellos individuos que adquirieron conocimiento a través de

experiencias concretas y tangibles. Por otro lado, se encuentran aquellos que perciben el mundo a través de la conceptualización abstracta y la capacidad de hacer generalizaciones.

Durante su investigación sobre las diferencias en los procesos de percepción, Kolb identificó ejemplos de ambos extremos. Algunas personas procesan información mediante la experimentación activa, lo cual implica poner en práctica los conceptos en situaciones nuevas. Por otro lado, otras personas tienden a procesar a través de la observación reflexiva, reflexionando y analizando las experiencias desde diferentes perspectivas.

La yuxtaposición de estos dos enfoques de percepción y procesamiento llevó a Kolb a desarrollar un modelo de cuatro cuadrantes que explica los diferentes estilos de aprendizaje (Figura 11).

- En primer lugar, está el acomodador. Un individuo que se involucra por completo y sin prejuicios en las situaciones que se le presentan. Estas personas son activas en su aprendizaje y prefieren aprender a través de la experiencia directa. Experimentan y se sumergen en nuevas situaciones, extrayendo conocimientos prácticos y habilidades a través de la acción.
- En segundo lugar, se encuentra el divergente, es aquel que tiene una tendencia hacia la observación reflexiva. Estas personas son contemplativas, prefieren analizar y reflexionar sobre sus experiencias antes de actuar. Son cuidadosos y buscan comprender los diferentes aspectos de una situación antes de tomar decisiones o actuar en consecuencia.
- En tercer lugar, está el asimilador, que es aquel individuo que tiene una habilidad destacada para generar conceptos a partir de sus experiencias y observaciones. Son capaces de sintetizar la información y encontrar patrones y conexiones entre diferentes situaciones. Estas personas tienen una mente analítica y son capaces de desarrollar teorías lógicamente sólidas basadas en sus observaciones.
- Por último, está el convergente, que utilizan teorías y conceptos para tomar decisiones y resolver problemas. Son personas que aplican activamente sus conocimientos en situaciones prácticas. Son resolutivos y buscan soluciones prácticas y eficientes.

En resumen, el modelo de cuatro cuadrantes de Kolb describe los diferentes estilos de aprendizaje basados en la combinación de la percepción a través de la experiencia concreta

o la conceptualización abstracta, y el procesamiento a través de la experimentación activa o la observación reflexiva. Cada cuadrante representa una forma única de aprender y comprender el mundo, y cada individuo puede tener una preferencia o una combinación de estos estilos de aprendizaje.<sup>29</sup>



Figura 11. Modelo de Kolb (cuatro cuadrantes) 1984

El modelo de inteligencias múltiples propuesto por el psicólogo Howard Gardner en la década de 1980, sostiene que la inteligencia humana no se limita a una capacidad única general, sino que se compone de múltiples formas de inteligencia. Según Gardner, existen al menos ocho tipos diferentes de inteligencias (Figura 12), cada una de las cuales representa una forma distinta de aprender, procesar información y destacar en ciertos campos.

- **Inteligencia lingüística:** Se refiere a la habilidad para usar el lenguaje de manera efectiva, ya sea en la expresión verbal o escrita. Incluye la capacidad para entender y utilizar las palabras de manera creativa.
- **Inteligencia lógico-matemática:** Implica la habilidad para razonar lógicamente, resolver problemas matemáticos y utilizar el pensamiento abstracto. Es característica de científicos, matemáticos y pensadores analíticos.
- **Inteligencia espacial:** Se relaciona con la capacidad para percibir y manipular el espacio visual y las formas. Las personas con esta inteligencia suelen tener habilidades en áreas como el arte, la arquitectura y la navegación.

- **Inteligencia musical:** Incluye la habilidad para apreciar, componer, interpretar y entender la música. Las personas con esta inteligencia son sensibles a los ritmos, las melodías y los tonos.
- **Inteligencia corporal-kinestésica:** Se refiere a la capacidad para controlar el movimiento del cuerpo y utilizar habilidades físicas de manera coordinada. Es común en atletas, bailarines y cirujanos, entre otros.
- **Inteligencia interpersonal:** Implica la habilidad para entender y relacionarse con los demás. Las personas con esta inteligencia son empáticas, tienen capacidad de liderazgo y son buenas para resolver conflictos.
- **Inteligencia intrapersonal:** Se refiere a la capacidad de comprenderse a uno mismo, tener conciencia de los propios sentimientos, emociones y motivaciones. Las personas con esta inteligencia suelen ser reflexivas y tienen un buen autoconocimiento.
- **Inteligencia naturalista:** Incluye la habilidad para observar, identificar y clasificar los elementos del entorno natural, como las plantas, los animales y los fenómenos naturales. Es común en biólogos, botánicos y ecologistas.

Según Gardner, cada persona tiene una combinación única de estas inteligencias, con diferentes fortalezas y preferencias. Su modelo busca reconocer y valorar la diversidad de habilidades y talentos de las personas, promoviendo un enfoque educativo que se adapte a los diferentes estilos de aprendizaje y estimule el desarrollo de todas las inteligencias.<sup>30</sup>

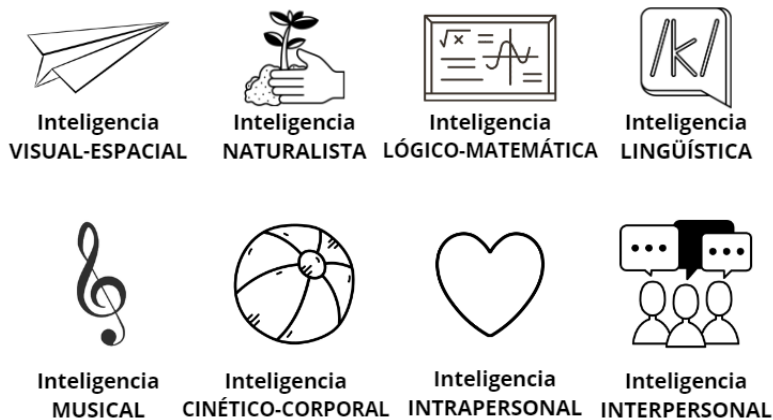


Figura 12. Las 8 inteligencias múltiples según Howard Gardner.

Estos modelos y enfoques intentan categorizar y comprender las preferencias y características individuales de aprendizaje. Sin embargo, su validez y aplicabilidad pueden variar, y es importante considerar que el aprendizaje es un proceso complejo y multidimensional. La manera en que una persona aprende está relacionada con varios factores, entre ellos el método de enseñanza, el modelo educativo y el tipo de aprendizaje que tiene el alumno. A continuación, se describen brevemente estos tres tópicos.

**Método de enseñanza:** El método de enseñanza utilizado por los educadores puede influir en cómo aprenden los estudiantes. Algunos métodos pueden enfocarse más en la presentación de información plasmada en laminas (aprendizaje visual), de manera verbal (aprendizaje auditivo) o escrita (lectura/escritura), mientras que otros pueden incorporar actividades prácticas y experiencias (aprendizaje kinestésico). Los diferentes métodos de enseñanza pueden brindar oportunidades para que los estudiantes utilicen sus estilos de aprendizaje preferidos y adquieran conocimientos y habilidades de manera más efectiva.

**Modelo educativo:** El modelo educativo que se implementa en una institución también puede tener un impacto en cómo aprenden los estudiantes. Por ejemplo, un enfoque tradicional centrado en la transmisión de conocimientos y la evaluación mediante exámenes puede favorecer a los estudiantes que tienen un estilo de aprendizaje más basado en la lectura/escritura o el aprendizaje auditivo. En contraste, un modelo educativo más inclusivo y basado en la participación activa puede ser beneficioso para estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje, fomentando su participación y promoviendo un aprendizaje más significativo.

**Tipo de aprendizaje del alumno:** Cada individuo tiene un estilo o tipo de aprendizaje preferido, lo que puede influir en cómo se involucra y asimila la información y las experiencias educativas. Algunos estudiantes pueden tener una inclinación hacia el aprendizaje visual, mientras que otros pueden ser más receptivos al aprendizaje auditivo, kinestésico u otros estilos. El tipo de aprendizaje de un alumno puede influir en cómo se relaciona con el método de enseñanza y el modelo educativo. Si el enfoque pedagógico no se ajusta a su estilo de aprendizaje, es posible que encuentre dificultades para comprender y retener la información de manera efectiva. Por lo tanto, es importante que los educadores



consideren la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en el aula y busquen estrategias y enfoques pedagógicos que se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes.

La educación va mucho más allá de la simple transmisión de información a los alumnos. Es un proceso complejo que está influenciado por múltiples factores, como el nivel socioeconómico del alumno y de la institución, el sistema educativo vigente, el modelo y método de enseñanza, así como las características individuales del alumno, como su estilo y tipo de aprendizaje y sus múltiples inteligencias.

## 7. Enseñanza de las Ciencias en México

En 1908, Justo Sierra llevó a cabo una reforma educativa que dio lugar a la aprobación de la Ley de Educación Primaria en México. Esta ley establece la obligatoriedad de la educación entre los 6 y los 14 años, con el propósito de crear un sistema educativo oficial y nacional. En este contexto, Sierra debe un cambio fundamental al transformar la naturaleza de la educación primaria, pasando de un enfoque meramente instructivo a uno más educativo. Por primera vez, se reconoció el valor de la ciencia como un factor crucial para el bienestar.<sup>31</sup> Esto condujo a la inclusión de la materia de Ciencias Naturales, específicamente Física y Química, en la enseñanza básica durante el siglo XIX en México. A través de esta reforma, se resaltaron tres pilares educativos: la lección de cosas, el estudio de la naturaleza y la ciencia elemental.

Actualmente en las escuelas se imparten las materias de Biología, Física y Química, implementadas en los planes académicos. Sin embargo, no todos reciben una educación científica acorde a dichos planes. Flores Camacho en su estudio “La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México”, habla sobre los diversos motivos por los que no se ha avanzado el desarrollo científico en México, por ejemplo, menciona que la ciencia no tiene el lugar que merece e incluso la ciencia se ve de una manera tradicional donde los profesores solo atienden algunos contenidos; otro motivo es la desigualdad en el acceso a la educación científica en México.<sup>32</sup>

Arturo Tapia en su estudio “Desigualdad educativa y desigualdad social en México. Nuevas evidencias desde las primarias generales en los estados”<sup>33</sup>, explica que “La desigual distribución de los aprendizajes entre escuelas y entre alumnos de distintos estratos sociales

resulta un hecho relevante en la encomienda de acortar las desigualdades sociales y económicas en el país. Los estudios más recientes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012) acerca de la equidad educativa, advierten que las oportunidades de vida de los niños están fuertemente influenciadas por la calidad de su educación”. En consecuencia, resulta evidente que abordar la desigualdad educativa se convierte en un imperativo fundamental para lograr una sociedad más equitativa y justa en México. Las palabras de Arturo Tapia subrayan la interconexión entre la calidad de la educación, las oportunidades de desarrollo individual y la estructura social en su conjunto. La educación no solo es un vehículo para el crecimiento personal, sino también un medio para moldear el futuro de una nación.

Las conclusiones de su estudio señalan la necesidad de implementar políticas y estrategias educativas que aborden de manera directa las disparidades en el aprendizaje. Esto podría incluir la provisión equitativa de recursos a las escuelas, la formación y capacitación adecuada para los docentes, así como la implementación de programas que enfoquen en cerrar la brecha educativa entre diferentes grupos sociales.

En última instancia, el trabajo de Arturo Tapia resalta la importancia de reconocer que la educación no solo es un derecho fundamental, sino también una herramienta poderosa para la transformación social y la reducción de desigualdades. Para avanzar hacia un México más inclusivo y próspero, es crucial tomar medidas concretas para asegurar que todos los niños tengan acceso a una educación de calidad, sin importar su origen socioeconómico.

Es posible que muchos consideremos que la educación es igual para todos, pero la realidad es diferente. Desafortunadamente, no todos los estudiantes tienen las mismas oportunidades, lo que resulta en una exclusión social. Además, existe una falta de inversión real tanto en la educación científica como en proyectos dedicados a fomentar el desarrollo de futuros científicos destacados.<sup>34</sup>

## 8. Educación química

La educación química en México varía dependiendo del nivel educativo y del tipo de institución en la que se imparte. En general, la química es parte del currículo escolar en la educación primaria, secundaria y media superior en México.

En la educación primaria y secundaria, la enseñanza de la química se aborda de manera introductoria, presentando conceptos básicos como los estados de la materia, los elementos químicos, los compuestos, las mezclas, las reacciones químicas simples, entre otros tópicos. Los estudiantes suelen realizar experimentos sencillos en el laboratorio escolar para comprender mejor estos conceptos.

En la educación media superior, la química se estudia de manera más profunda. Los estudiantes aprenden sobre la estructura atómica, enlace químico, cinética química, equilibrio químico, ácidos y bases, termoquímica, entre otros temas. También se les introduce a métodos de laboratorio más avanzados y se fomenta el desarrollo de habilidades prácticas, como la manipulación de sustancias químicas, el uso de instrumentos de medición y la interpretación de resultados experimentales.

En cuanto a la forma de enseñanza, puede variar según el enfoque de la institución educativa, las habilidades del docente y la infraestructura disponible. Algunas escuelas enfatizan el aprendizaje teórico, mientras que otras promueven un enfoque más práctico y experimental. En general, se busca que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales de la química y puedan aplicarlos en situaciones cotidianas o en campos más especializados.

Además de la educación formal en las escuelas, en México también existen programas y actividades extracurriculares que promueven el interés y la participación de los estudiantes en la química. Por ejemplo, se llevan a cabo Olimpiadas de Química a nivel estatal y nacional, donde los estudiantes compiten para demostrar su conocimiento y habilidades en esta disciplina.

Es importante destacar que la calidad de la educación sobre química puede variar en diferentes instituciones y regiones de México. Algunas escuelas cuentan con recursos y laboratorios bien equipados, mientras que otras pueden tener limitaciones en este aspecto. La formación y actualización continua de los docentes también es crucial para asegurar una educación de calidad en química.

En el ámbito universitario, México cuenta con diversas instituciones que ofrecen programas de licenciatura y posgrado en química y disciplinas relacionadas. Estos programas suelen

proporcionar una formación más especializada y profunda en áreas como química orgánica, química inorgánica, química analítica, fisicoquímica, entre otras ramas.

En este contexto, existen instituciones de docencia e investigación en México (Tabla 3) que se dedican al estudio y desarrollo de la química, como la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)<sup>35</sup> que es conocida por su excelencia académica, investigación de vanguardia y contribuciones significativas a diversas áreas de la química. Ofrece una amplia variedad de programas académicos a nivel licenciatura y posgrado, incluyendo la Licenciatura en química, programas de posgrado (maestría y doctorado) en diversas áreas de la química. Además de que la Facultad está comprometida con la investigación científica de alta calidad en diferentes áreas, como química orgánica, inorgánica, analítica, física, bioquímica, nanotecnología, entre otras.

Tabla 3. Instituciones que se dedican a la investigación de la química en México.

Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) <sup>36</sup>	Es una de las instituciones más destacadas en el campo de la química en México y América Latina. Realiza investigaciones en diversas áreas, incluyendo química orgánica, inorgánica, analítica y física.
Instituto de Investigaciones en Materiales, IIM (UNAM) <sup>37</sup>	Se dedica al estudio e investigación en el campo de los materiales, abarca una amplia gama de áreas, que incluyen la ciencia de materiales, nanotecnología, física de materiales, química de materiales, ingeniería de materiales y metalurgia, entre otros.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) <sup>38</sup>	Cuenta con varios departamentos dedicados a la investigación de la química en diferentes estados de México y se enfoca en una amplia gama de temas, como catálisis, nanotecnología, materiales y más.
Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) <sup>39</sup>	Se dedica al estudio de materiales avanzados, incluida la investigación en nanotecnología, materiales compuestos, polímeros y otros campos relacionados con la química de materiales
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) <sup>40</sup>	Centro que pertenece al Instituto Politécnico Nacional (IPN) el cuál se centra en la investigación aplicada en ciencia y tecnología avanzada, incluyendo áreas relacionadas con la química.
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) <sup>41</sup>	Aunque no se centra exclusivamente en química, realiza investigaciones multidisciplinarias en áreas como espectroscopía y óptica, que tienen relevancia en la química y otras disciplinas relacionadas.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) <sup>42</sup>	Además de ser una institución educativa, el Tecnológico de Monterrey también realiza investigaciones en química y ciencias afines en diversos campus.
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) <sup>43</sup>	Aunque su enfoque también es principalmente en investigación nuclear, abarca áreas de química nuclear y radioquímica.
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) <sup>44</sup>	Se dedica a la investigación en alimentos y desarrollo sustentable, incluyendo áreas relacionadas con la química de alimentos y la nutrición.

Cada una de las instituciones previamente mencionadas abarca una amplia gama de áreas y enfoques dentro del vasto campo de la química y sus diversas disciplinas. Estas instituciones desempeñan un papel de vital importancia en la generación de conocimiento científico y en la formación de investigadores altamente capacitados en el ámbito de la química.

Es crucial resaltar que, al igual que en muchos otros países, la educación en química en México ha enfrentado diversos desafíos y ha buscado constantemente adaptarse a los avances científicos y tecnológicos en constante evolución. En los últimos años, ha habido un enfoque significativo en la promoción de una educación más práctica y orientada a la aplicación, con un énfasis especial en el desarrollo de habilidades experimentales y en la capacidad de los estudiantes para abordar y resolver problemas complejos.

En resumen, en México, el sistema educativo en química comienza con una introducción básica en los niveles de educación primaria y secundaria y progresa hacia una formación más especializada en el nivel medio superior y universitario. Este proceso de aprendizaje integral y progresivo contribuye a la formación de profesionales altamente calificados en el campo de la química, preparados para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en un mundo impulsado por la ciencia y la tecnología.

## *ANTECEDENTES*

### 1. Gamificación/Ludificación

La gamificación, también conocida como ludificación, es una técnica que aplica elementos y principios característicos de los juegos en contextos que no son juegos en sí. Su objetivo es motivar la participación, el compromiso y el aprendizaje al incorporar mecánicas y dinámicas que son comunes en los juegos. La gamificación se utiliza en una amplia variedad de áreas, como la educación, la mercadotecnia, el desarrollo personal y el ámbito laboral, con el fin de generar interés y fomentar la participación activa.<sup>45</sup>

Algunos elementos típicos de la gamificación incluyen:

- **Obtención de puntos:** Los jugadores pueden ganar puntos al completar tareas o acciones específicas. Estos puntos pueden acumularse y utilizarse para desbloquear recompensas o alcanzar ciertos niveles.
- **Niveles y avances:** Los participantes pueden avanzar a través de diferentes niveles a medida que completan tareas o logran objetivos. Los niveles más altos suelen implicar desafíos más difíciles o mayores recompensas.
- **Recompensas:** Se otorgan recompensas tangibles o virtuales a medida que se alcanzan objetivos específicos. Estas recompensas pueden incluir medallas, insignias, acceso a contenido exclusivo, descuentos, entre otros.
- **Desafíos y logros:** Se presentan desafíos que los usuarios deben superar para ganar logros. Estos pueden incluir tareas específicas, como completar una serie de actividades en un período determinado.
- **Competición y colaboración:** Se fomenta la competencia amigable entre los participantes, ya sea al comparar logros, o bien se promueve la colaboración entre ellos para alcanzar metas comunes.
- **Narrativa:** Se crea una historia o una narrativa que engloba las actividades y tareas, lo que proporciona un contexto más atractivo y a menudo incrementa la inmersión y el interés.

La gamificación se aplica en una amplia gama de situaciones, por ejemplo, en la educación se utilizan elementos de gamificación para hacer que el aprendizaje sea más atractivo y

participativo para los estudiantes. En el ámbito laboral, se pueden implementar dinámicas de gamificación para mejorar la motivación de los empleados y su compromiso con tareas específicas. En marketing, se pueden usar elementos de juego para atraer a los consumidores y aumentar su interacción con productos y servicios.<sup>46</sup>

Oriol Borrás Gene indica en “Fundamentos de la Gamificación” que algunos de los puntos importantes por el qué gamificar son<sup>47</sup>:

- Que se activa la motivación por el aprendizaje.
- Existe una retroalimentación constante.
- Crea un aprendizaje más significativo permitiendo mayor retención en la memoria al ser más atractivo para el estudiante.
- Crea un compromiso con el aprendizaje y fidelización o vinculación del estudiante con el contenido y con las tareas en sí.
- Genera resultados más medibles (niveles, puntos y distintivos).
- Genera competencias adecuadas.
- Hace estudiantes más autónomos.
- Generan competitividad a la vez que colaboración.

No obstante, es importante destacar que, aunque la gamificación pareciera resolver cualquier problema, no se limita a la mera conversión de todas las actividades en juegos, ni implica la creación de entornos virtuales tridimensionales o la introducción de juegos. Además, la mejora superficial de medallas, insignias, puntos o recompensas carece de eficacia cuando se realiza de manera indiscriminada. Es fundamental reconocer que la gamificación no es una solución universal y su aplicación no resulta sencilla, ya que un enfoque incorrecto puede desencadenar desinterés, frustración e incluso propiciar la creación de entornos hostiles, tensos o excesivamente competitivos.

Además, es fundamental reconocer que la gamificación requiere de una comprensión profunda de los objetivos y dinámicas del aprendizaje que se pretende mejorar. No basta con aplicar elementos de juego de manera superficial. En lugar de ello, se debe llevar a cabo un análisis metódico de cómo los principios de la gamificación pueden integrarse

orgánicamente en el contexto específico, de manera que refuercen la participación, la motivación y la adquisición de habilidades de manera genuina.

Cabe mencionar que, si se aborda de manera errónea, la gamificación no solo resulta ineficaz, sino que puede tener efectos contraproducentes. La falta de coherencia entre los elementos de juego y los objetivos reales puede conducir a la percepción de manipulación o trivialización, lo que a su vez puede generar desconfianza y desapego.

En pocas palabras, la gamificación es un enfoque poderoso, pero delicado, que requiere un diseño cuidadoso y una implementación estratégica. Su éxito depende en gran medida de la consideración profunda de las necesidades y dinámicas del entorno en el que se aplique. En lugar de adoptarla apresuradamente, es esencial dedicar el tiempo y los recursos necesarios para desarrollar una estrategia de gamificación bien fundamentada y contextualmente relevante, evitando así los riesgos asociados con una implementación superficial o mal concebida.

Como menciona Javier Valero Martínez en “La gamificación. Revisión del concepto y análisis de proyectos y experiencias”, la gamificación es una herramienta que puede ser potencialmente una ayuda, por lo que no se debe tomar a la ligera y se debe utilizar para potenciar los procesos de aprendizaje, los cuales faciliten la cohesión, integración, la motivación por el contenido y la creatividad de los individuos.<sup>48</sup>

Con base en lo expuesto anteriormente, el diseño de un juego o actividad con el propósito de enriquecer el proceso de aprendizaje se convierte en una tarea titánica para el educador. Por consiguiente, para abordar esta tarea, se ha optado por la adaptación de un juego preexistente, que además de ser bien recibido por los individuos, es sencillo y entretenido, que ofrece recompensas modestas pero significativas, evita la monotonía a pesar de su aparente repetitividad, y promueve un ambiente propicio para el aprendizaje al evitar la hostilidad y la excesiva competencia. De esta manera, se concentra el esfuerzo en facilitar la asimilación de nuevos conocimientos por parte de los participantes.

## 2. Otros juegos para la enseñanza de la química

En la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, un grupo de profesores han liderado un emocionante proyecto denominado GALIO Gaming: Aprendizaje



Lúdico de Química Inorgánica y Orgánica.<sup>49</sup> Este proyecto tiene como objetivo primordial respaldar y enriquecer la enseñanza de la química a través de la implementación de juegos educativos innovadores. Entre las iniciativas más sobresalientes de este proyecto, se incluyen:

- Compuestos y moléculas: Aprender a distinguir las a través de un juego educativo.<sup>50</sup>
- MET-Organic: Un juego de cartas multinivel para promover el aprendizaje de la nomenclatura de la química orgánica.<sup>51</sup>
- Unit Kemps: Un juego de cartas para aprender cantidades físicas, unidades y símbolos.<sup>52</sup>
- ¡Dominó de fuerzas intermoleculares! Un juego para ayudar a los estudiantes en su revisión de las fuerzas intermoleculares.<sup>53</sup>

Este conjunto de recursos, desarrollado bajo el paraguas del proyecto GALIO, ha tenido un impacto notorio en los estudiantes que han participado en estas experiencias, evidenciando un incremento significativo en su aprendizaje después de involucrarse en estas dinámicas.

### 3. La Tabla Periódica de los elementos químicos

La Tabla Periódica de los elementos químicos es una de las herramientas más importantes y emblemáticas de la ciencia. Fue creada por el visionario químico ruso Dmitri Ivánovich Mendeléyev, quien escribió los dos volúmenes de "Principios de química" (1868-1870), donde publicó su primera versión de la famosa tabla periódica en el año 1869. "La formulación de la ley periódica supuso para la química el paso de una disciplina que aplicaba métodos casi medievales de tanteo a una ciencia moderna"<sup>54</sup> capaz de ayudar a predecir propiedades de elementos que aún no se habían descubierto.

Mendeléyev con ayuda de grandes conocimientos y de mucha intuición, colocó en una misma columna los elementos que compartían características químicas similares clasificando todos los elementos conocidos de acuerdo a sus propiedades químicas, lo que ayudó a organizarlos de forma lógica y sistemática. Además, dejó espacios vacíos en la tabla para elementos que aún no habían sido descubiertos, pero que de manera muy acertada predijo que tendrían ciertas propiedades de acuerdo a la lógica de su sistema periódico. Sus predicciones

resultaron ser extremadamente precisas y muchos elementos nuevos fueron descubiertos posteriormente que encajaban perfectamente en las casillas vacías.<sup>55</sup>

Hoy en día, la Tabla Periódica de los elementos Químicos consta de 118 elementos y se utiliza en todo el mundo como una herramienta fundamental para la enseñanza y la investigación en química. Los elementos están agrupados de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas siendo un sistema que organiza los elementos químicos, lo que permite identificar patrones y tendencias que ayudan a entender cómo se comportan los elementos en diferentes situaciones.

#### 4. La Lotería Mexicana

La lotería tradicional tuvo su origen en el siglo XV en Italia y posteriormente fue adoptada en España. Desde España, el juego se expandió a México en el siglo XVIII, alrededor de 1769.<sup>56</sup>

La Lotería Mexicana es un juego similar al bingo, consiste en un paquete de 54 cartas que representan diferentes animales, objetos o personajes, y 10 tablas o cartones de juego en una cuadrícula de 4x4 que contienen 16 de los 54 personajes elegidos sistemáticamente para que no se repitan 2 o más personajes en el mismo cartón de juego, además de que están distribuidos de tal forma de que el juego dependa totalmente del azar, ya que no existe una estrategia con la que se pueda ganar. Tanto las cartas como las tablas se fabricaban de cartón u hojalata, y en ellas se pintaban los personajes correspondientes. Para jugar, se necesitaba una persona que recitara la descripción de la carta extraída de la baraja al cuál se le llama cantor, el cantor baraja las cartas y luego elige una al azar “cantando” de forma muy original una pequeña descripción o pista del personaje que aparece en la carta. Una vez que los jugadores identifican al personaje en sus tablas, los marcan con una moneda, una ficha de refresco, un frijol, una piedra pequeña, cuentas o cualquier objeto pequeño que sea capaz de mantenerse en su posición. El juego continúa hasta que alguno de los jugadores complete su cartón de juego con los 16 personajes marcados y gritara "¡Lotería!".<sup>56</sup>

“El cantor varía su lenguaje para describir las cartas dependiendo de dónde se juegue el juego. Usará un lenguaje más poético y ligero en un entorno familiar y quizás una versión más

atrevida en un entorno de adultos. La verdadera diversión del juego radica en la habilidad del cantor”.<sup>56</sup>

A pesar de que en la actualidad existen diversas versiones del juego de la lotería mexicana, la más común y reconocida es la versión creada por Clemente Jacques, quien era propietario de un negocio de embotellado y enlatado en México. Su versión se ha convertido en un ícono cultural y es ampliamente conocida por el famoso "Gallo de Don Clemente", siendo un emblema nacional de la Francia, país natal de Jacques.<sup>56, 57</sup>

Jacques vio en este juego una oportunidad de mercadotecnia gratuita, ya que una de las cartas del juego representaba "La botella", permitiéndole promocionar uno de sus productos junto con el logo de su marca. Además, Don Clemente aprovechó el hecho de ser dueño de una imprenta para incluir una pequeña tabla de lotería dentro de las raciones enlatadas que se entregaban a los soldados. Este juego se convirtió en un valioso pasatiempo durante las arduas campañas militares de la Guerra de Independencia de México (1810-1821), ayudando a los soldados a sobrellevar el dolor y el estrés de la guerra.<sup>56, 57</sup>

Cuando los soldados regresaron a sus hogares, compartieron el juego con sus familias, lo que contribuyó a su popularidad y generó una sensación de seguridad y bienestar. Jugar a La Lotería simbolizaba que los seres queridos estaban sanos y salvos en casa, convirtiendo este juego en un símbolo de unidad y esperanza en tiempos difíciles.<sup>56, 57</sup>

El juego se popularizó tanto en el país, que era muy común encontrar personas de todas las edades reunidas en la calle o en las plazas jugando. Algunos de los versos y frases se volvieron fijos y la gente las aprendió de memoria y algunas siguen siendo utilizadas hoy en día.

#### 4.1 Cartas

La Lotería Mexicana cuenta con 54 personajes, animales u objetos populares y algunos de los cantares más populares son los que Gloria Libertad Juárez recopiló en “Coplas de la lotería en México” para la “Revista de Literaturas Populares”, mismas que se escriben a continuación:<sup>58</sup>

Tabla 4. Cartas de la Lotería Mexicana

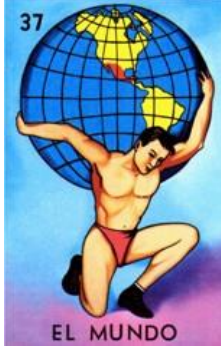
 <p>El que le cantó a san Pedro, no le volverá a cantar.</p>	 <p>El diablo son las mujeres, cuando se quieren casar.</p>	 <p>La chula de Severiana, un tacón quería empeñar.</p>
 <p>Don Ferruco en la Alameda, su bastón quería empeñar.</p>	 <p>Para el Sol y para el agua.</p>	 <p>Medio cuerpo de pescado, medio cuerpo de mujer.</p>
 <p>La escalera, siete palos, la escalera del pintor.</p>	 <p>La botella del tequila, la botella del mezcal.</p>	 <p>El barril es quintaleño, el barril del mezcal.</p>

<p>10</p>  <p>EL ARBOL</p> <p>El árbol de la esperanza, que de venir no se cansa.</p>	<p>11</p>  <p>EL MELON</p> <p>El melón y sus olores, un pedazo me has de dar.</p>	<p>12</p>  <p>EL VALIENTE</p> <p>'Tate quieto, Valentín, no te vayas a pelear.</p>
<p>13</p>  <p>EL GORRITO</p> <p>El gorrito ponle al nene, no se te vaya a resfriar.</p>	<p>14</p>  <p>LA MUERTE</p> <p>La muerte siriquiflaca, montada en su burra flaca.</p>	<p>15</p>  <p>LA PERA</p> <p>Me esperas donde quedamos, para poder platicar.</p>
<p>16</p>  <p>LA BANDERA</p> <p>Bonito cinco de mayo, el pabellón nacional.</p>	<p>17</p>  <p>EL BANDOLON</p> <p>El bandolón ya no suena, hay que llevarlo a afinar.</p>	<p>18</p>  <p>EL VIOLONCELLO</p> <p>El violoncello del maistro, que no deja de sonar.</p>

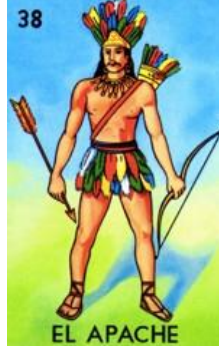
<p>19</p>  <p>LA GARZA</p> <p>Llegaron los picos largos, de la feria de San Juan.</p>	<p>20</p>  <p>EL PAJARO</p> <p>El pájaro churlumirlo, que no deja de cantar.</p>	<p>21</p>  <p>LA MANO</p> <p>La mano del escribano, la mano del criminal.</p>
<p>22</p>  <p>LA BOTA</p> <p>La bota rechina, la bota del general.</p>	<p>23</p>  <p>LA LUNA</p> <p>La luna tuerta de un ojo, que no deja de brillar.</p>	<p>24</p>  <p>EL COTORRO</p> <p>Perico, da' cá la pata y empiézame a platicar los trabajos que pasabas, cuando no sabías hablar.</p>
<p>25</p>  <p>EL BORRACHO</p> <p>Al borracho, mi compañero, ya se lo van a cargar.</p>	<p>26</p>  <p>EL NEGRITO</p> <p>Para negros, en La Habana; uno acaba de llegar.</p>	<p>27</p>  <p>EL CORAZON</p> <p>El corazón de una ingrata, yo lo voy a traspasar.</p>



<p>28</p>  <p>LA SANDIA</p> <p>La sandía y su rebanada, un pedazo me has de dar.</p>	<p>29</p>  <p>EL TAMBOR</p> <p>No te arrugues, cuero viejo, que te quiero pa' tambor.</p>	<p>30</p>  <p>EL CAMARON</p> <p>Camarón que se duerme, se lo lleva la corriente.</p>
<p>31</p>  <p>LAS JARAS</p> <p>Las jaras o no las jaras, o las dejas de jalar.</p>	<p>32</p>  <p>EL MÚSICO</p> <p>El músico, trompa de hule.</p>	<p>33</p>  <p>LA ARAÑA</p> <p>La araña teje su tela.</p>
<p>34</p>  <p>EL SOLDADO</p> <p>Centinela, ponte alerta, que te habla tu general.</p>	<p>35</p>  <p>LA ESTRELLA</p> <p>La estrella polar del norte, que no deja de brillar.</p>	<p>36</p>  <p>EL CAZO</p> <p>El caso que te hago es poco; el caso es averiguar.</p>



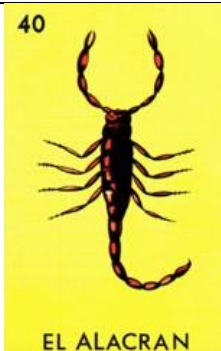
El mundo es una bola, y nosotros, un bolón.



Para apaches, en Chihuahua; uno acaba de llegar.



El auxilio de San Luis, que le llaman el nopal.



¡No levantes esa piedra, que te pica ese animal!



Rosa, Rosita, Rosaura, Rosita se ha de llamar.



Ya te vide an ca' la güera.



La campana, y tú, debajo.



Todo cabe en un jarrito, sabiéndolo acomodar.



Don Venancio, a la carrera, un balazo le han de dar.



<p>46</p>  <p>EL SOL</p> <p>Solito me estoy quedando, solito me he de quedar.</p>	<p>47</p>  <p>LA CORONA</p> <p>Si te mueres, te la pongo, la coronita imperial.</p>	<p>48</p>  <p>LA CHALUPA</p> <p>Rema y rema, Joaquinita, y no dejes de remar.</p>
<p>49</p>  <p>EL PINO</p> <p>Te empino y me voy de paso, y empinado has de quedar.</p>	<p>50</p>  <p>EL PESCADO</p> <p>Me pescaron vacilando, en la puerta del zaguán.</p>	<p>51</p>  <p>LA PALMA</p> <p>Sube a la palma, palmero, y bájame un cocotal.</p>
<p>52</p>  <p>LA MACETA</p> <p>En la maceta me dieron, por no saber barajar.</p>	<p>53</p>  <p>EL ARPA</p> <p>El arpa vieja de mi suegra.</p>	<p>54</p>  <p>LA RANA</p> <p>¡Qué saltos pega tu hermana en la puerta del zaguán</p>

## 4.2 Cartones

Los cartones de juego tienen una distribución de 4x4, por lo que cada cartón contiene 16 de las 54 figuras que conforman el mazo de juego. A partir de esta información es posible calcular el número de combinaciones posibles sin repetir que existen para crear un cartón de juego.

La fórmula general para las combinaciones es:

$$C(n, k) = \frac{n!}{(k! * (n - k)!)}$$

Donde:

$C(n, k)$  representa el número de combinaciones posibles de elegir  $k$  elementos de un conjunto de  $n$  elementos sin repetición.

$n!$  ( $n$  factorial) significa multiplicar todos los números enteros desde 1 hasta  $n$ .

En este caso,  $n = 54$  (porque existen 54 cartas) y  $k = 16$  (porque hay que elegir 16 cartas por cartón).

Aplicando la ecuación:

$$C(54,16) = \frac{54!}{(16! * (54 - 16)!)}$$

$$C(54,16) = 21\,094\,923\,659\,355$$

Dando como resultado "21 billones 94 mil 923 millones 659 mil 355" combinaciones posibles para el diseño de cartones de juego de 4x4 eligiendo 16 sin repetir del mazo de 54 cartas.

A pesar de que existe un gran número de combinaciones, se ha manejado a lo largo del tiempo un acomodo constante en 10 cartones de juego:

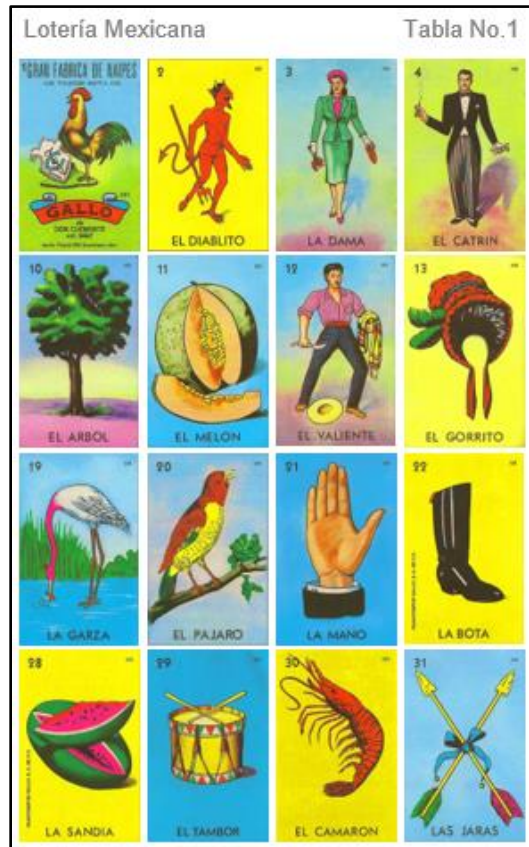
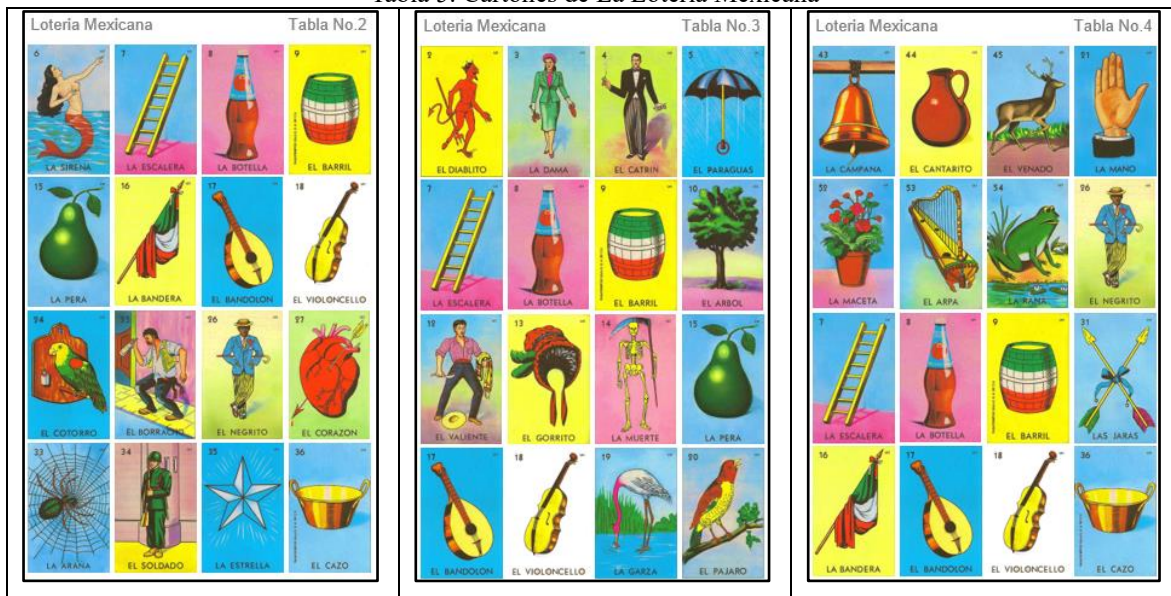


Figura 13. Cartón No. 1 de la Lotería Mexicana

Tabla 5. Cartones de La Lotería Mexicana





Lotería Mexicana Tabla No.5

22 LA BOTA	23 LA LUNA	24 EL COZORRO	25 EL BARRILETE
27 EL CORAZON	28 LA SANDIA	29 EL TAMBOR	30 EL CAMARON
32 EL NIUECO	33 LA ARANA	34 EL SOLDADO	35 LA ESTRELLA
37 EL MUNDO	38 EL APACHE	39 EL NOPAL	40 EL ALACRAN

Lotería Mexicana Tabla No.6

31 LA MANO	32 LA BOTA	33 LA LUNA	34 EL COZORRO
37 EL CAMARON	38 LAS JARAS	39 EL NIUECO	40 LA ARANA
43 EL NOPAL	44 EL ALACRAN	45 LA ROSA	46 LA CALAVERA
49 EL CHALUPA	50 EL PINO	51 EL PESCADO	52 LA PALMA

Lotería Normal Tabla No.7

26 EL BARRILETE	27 EL NEGRITO	28 EL CORAZON	29 LA ROSA
34 EL SOLDADO	35 LA ESTRELLA	36 EL CAZO	37 EL SOL
43 LA CAMPANA	44 EL CANTARITO	45 EL VENADO	46 LA PALMA
50 LA MACETA	51 EL ARPA	52 LA RANA	53 EL NIUECO

Lotería Normal Tabla No.8

42 LA CALAVERA	43 LA CAMPANA	44 EL CANTARITO	45 EL VENADO
47 LA COBONA	48 EL CHALUPA	49 EL PINO	50 EL PESCADO
53 LA MACETA	54 EL ARPA	55 LA RANA	56 EL GALLO
60 EL ALACRAN	61 EL ARBOL	62 LA GARZA	63 EL PAJARO

Lotería Normal Tabla No.9

41 LA ROSA	42 LA CALAVERA	43 EL MUNDO	44 EL APACHE
50 EL PESCADO	51 LA PALMA	52 EL SOL	53 LA COBONA
5 EL PARAGUAS	6 EL SIRENA	7 EL GALLO	8 EL DIABLITO
14 LA MUERTE	15 LA PERA	16 EL ARBOL	17 EL MELON

Lotería Normal Tabla No.10

39 EL NOPAL	40 EL ALACRAN	41 LA GARZA	42 EL PAJARO
48 EL CHALUPA	49 EL PINO	50 LA SANDIA	51 EL TAMBOR
3 LA DAMA	4 EL CATRIN	5 EL MUNDO	6 EL APACHE
12 EL VALIENTE	13 EL GORRITO	14 EL SOL	15 LA COBONA

## *OBJETIVOS*

### Objetivo General

Desarrollar e implementar una lotería de elementos químicos para mejorar la memorización y comprensión de los mismos entre los estudiantes del medio superior y superior.

### Objetivos Particulares

- Realizar una investigación exhaustiva y selectiva sobre los elementos químicos, identificando datos relevantes y curiosidades atractivas para los estudiantes, que estimulan su interés en el tema.
- Crear un diseño visualmente atractivo y pedagógicamente efectivo para la baraja de lotería, que refleje con precisión tanto la información clave sobre los elementos químicos como sus propiedades y aplicaciones prácticas.
- Desarrollar versos o rimas basadas en la información recopilada, que están formulados de manera que resultan fáciles de memorizar para los estudiantes, al mismo tiempo que despierten su curiosidad y entusiasmo por la química.

## *METODOLOGÍA*

"La Lotería de los Elementos Químicos" es un ingenioso juego educativo concebido con el propósito de brindar un enfoque lúdico y ameno para aprender acerca de la Tabla Periódica y los elementos químicos. Este juego ha sido meticulosamente diseñado como una valiosa herramienta didáctica dirigida a estudiantes de química, con el claro objetivo de enriquecer su comprensión y capacidad para retener información relevante sobre los elementos químicos, incluyendo sus propiedades distintivas y datos fundamentales de la tabla periódica.

### 1. Diseño de los Cuestionarios

Para evaluar los conocimientos previos y adquiridos de los estudiantes, se implementaron dos cuestionarios cuidadosamente diseñados: Cuestionario 1 y Cuestionario 2.

Cuestionario 1 (Conocimientos Previos): Antes de participar en el juego "La Lotería de los Elementos Químicos", los participantes completaron el Cuestionario 1. Este cuestionario está compuesto por 10 reactivos escritos en versos o rimas con el fin de que el alumno identifique el nombre o el símbolo de un elemento. El objetivo fue obtener una medida inicial del nivel de conocimientos sobre la materia antes de la interacción con el juego.

Cuestionario 2 (Conocimientos Adquiridos): Una vez que los participantes jugaron algunas rondas de "La Lotería de los Elementos Químicos", se les administró el Cuestionario 2. Este cuestionario tiene el objetivo de evaluar la eficacia del juego en la adquisición de nuevos conocimientos y la consolidación de la información relacionada con los elementos químicos. Cabe mencionar que los cuestionarios no son idénticos. Esto tiene el objetivo de medir en temas iguales, conocimientos similares, pero no idénticos para no caer en la repetición y únicamente privilegiar la memorización.

### 2. Cuestionarios

Para la aplicación de los cuestionarios, se les entregaron 3 hojas a los participantes; hoja 1 (Agradecimiento por su participación), hoja 2 (Cuestionario 1), hoja 3 (Cuestionario 2). Dichas hojas son las siguientes:

## LA LOTERÍA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Querido compañero,

Es un placer contar contigo en nuestro proyecto de tesis, ya que tu participación es de vital importancia para mí. Te agradeceríamos sinceramente que respondas el CUESTIONARIO 1 con total honestidad, utilizando únicamente tus conocimientos. Después, te invitaremos a disfrutar de algunas rondas de LA LOTERÍA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS. Y finalmente, te pediremos que resuelvas el CUESTIONARIO 2. Queremos enfatizar que ambos cuestionarios son completamente anónimos, por lo que no es necesario que incluyas tu nombre, número de cuenta ni ningún otro dato personal.

Nuestro deseo es que tu experiencia en la Facultad de Química sea absolutamente maravillosa. Al igual que muchos de nosotros, esperamos que puedas disfrutar de momentos inolvidables, hacer buenos amigos y, sobre todo, que logres aprovechar al máximo todo tu potencial. Agradecemos tu apoyo y te deseamos un rotundo éxito en tu trayectoria académica.

¡Muchas gracias de antemano y que tengas mucho éxito!

José Omar Zamudio Pérez

## CUESTIONARIO 1

## LA LOTERÍA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Encierra en un círculo la respuesta que consideres correcta y en caso de no saber la respuesta correcta simplemente no la contestes.

1. Compone el 90 % del Universo.

- a) H                                      b) He                                      c) O                                      d) N

2. El carbono es mi vecino y mi color es blanquecino.

- a) Nitrógeno                              b) Boro                                      c) Litio                                      d) Platino

3. De una Supernova, el núcleo.

- a) Mg                                      b) H                                      c) Cu                                      d) Fe

4. Del lápiz al diamante, en un instante.

- a) Si                                      b) Ru                                      c) C                                      d) Al

5. Se le conoce como “la plata líquida”.

- a) Estaño                                      b) Mercurio                                      c) Platino                                      d) Oro

6. Su color en la llama es lila o violeta.

- a) Po                                      b) K                                      c) Pt                                      d) Ko

7. Metaloides del quinto periodo, comparte grupo con el fósforo.

- a) Te                                      b) As                                      c) Ge                                      d) Sb

8. Sus sales, el antídoto del arsénico.

- a) Cesio                                      b) Plata                                      c) Argón                                      d) Cobre

9. Ni estroncio, ni estaño; ni antimonio, ni samario.

- a) Sr                                      b) Sn                                      c) Sc                                      d) Sb

10. Poquito de mí salva tus dientes, un poco más y te presento a la muerte.

- a) F                                      b) Al                                      c) C                                      d) Cd



## CUESTIONARIO 2

## LA LOTERÍA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Número de rondas jugadas

1 ronda

2 a 5 rondas

5 a 10 rondas

más de 10 rondas

1. Como niño hablarás si me llegas a aspirar.

a) Helio

b) Hidrógeno

c) Oxígeno

d) Nitrógeno

2. En griego, “portador de luz”.

a) Aluminio

b) Fósforo

c) Carbono

d) Estaño

3. En la alquimia su símbolo, el astro rey, el Sol

a) Plomo

b) Oro

c) Hierro

d) Calcio

4. Con 28 es un nini, Ni estudia Ni trabaja

a) Ne

b) Na

c) N

d) Ni

5. Sodio reactivo, cloro a su lado, ponle con cuidado o quedará salado.

a) Na

b) Cl

c) NaCl

d) Sal

6. Al sublimar, un vapor púrpura

a) I

b) Y

c) Io

d) Yo

7. Su símbolo, el nombre de un faraón egipcio.

a) Ra

b) Cu

c) Po

d) He

8. El rey de los venenos y el veneno de los reyes.

a) Arsénico

b) Mercurio

c) Plomo

d) Astató

9. Si lo vuelves a confundir con magnesio, me voy a enojar.

a) Mg

b) Mn

c) Ma

d) Ms

10. ¡Que no soy pentavalente!

a) Carbono

b) Calcio

c) Cromo

d) Cobalto

### 3. Respuestas

Para eficientar y evitar los errores a la hora de evaluar los cuestionarios, se anotaron el número de la pregunta y el inciso correcto de cada uno de los cuestionarios.

#### RESPUESTAS CUESTIONARIO 1

1.a 2.b 3.d 4.c 5.b 6.b 7.d 8.a 9.c 10.a

#### RESPUESTAS CUESTIONARIO 2

1.a 2.b 3.b 4.d 5.a 6.a 7.a 8.a 9.b 10.a

## *RESULTADOS*

### 1. La Lotería de los Elementos Químicos

Con esta versión de la lotería, se busca lograr dos objetivos principales: aumentar el conocimiento de los alumnos en relación a la tabla periódica y hacerlo de una manera didáctica y divertida.

El objetivo de aumentar el conocimiento de los alumnos en relación a la tabla periódica es importante ya que esta herramienta es fundamental para la comprensión de la química en los estudiantes de la facultad. Para lograr este objetivo, la lotería puede ser una excelente herramienta, ya que es un juego entretenido que puede captar la atención de los alumnos y motivarlos a aprender. Al mismo tiempo, la lotería permite relacionar información como el nombre, el símbolo y el número atómico de algunos elementos de la tabla periódica de manera indirecta, lo que facilita la memorización y la comprensión de estas características.

Además, la versión de la lotería que se está proponiendo tiene un enfoque didáctico, ya que está diseñada específicamente para que los alumnos puedan aprender mientras se divierten. Esto es importante porque la motivación y el disfrute son factores clave en el aprendizaje, y pueden mejorar significativamente el rendimiento de los alumnos en la materia.

Para lograr los objetivos planteados, se aseguró el juego de la lotería como base. El hecho de que el juego ya sea popular, hace que no sea necesario explicar detalladamente la dinámica del juego, lo que permite un inicio rápido de la actividad y una mayor atención en el aprendizaje de los elementos de la tabla periódica.

Además, el juego de la lotería es fácil de aprender, lo que reduce la necesidad de instrucciones complicadas. El uso de tarjetas con los elementos de la tabla periódica, que incluyen información como el nombre, el símbolo y el número atómico, permitirá a los alumnos relacionar esta información con cada elemento en particular. La ventaja de utilizar tarjetas con información relacionada con la tabla periódica, es que los alumnos podrán visualizar y manipular los elementos, lo que facilitará la comprensión y la memorización.

Otra ventaja de utilizar el juego de la lotería, es que el tiempo empleado entre cada corrida es relativamente corto, lo que permite que se puedan jugar varias corridas en poco tiempo.

Esto permite aumentar el número de repeticiones y, por tanto, facilitar la memorización de la información. Asimismo, el juego de la lotería puede ser adaptado a diferentes niveles de dificultad, lo que permite una adecuación al nivel de conocimiento de cada grupo de alumnos.

En definitiva, utilizar el juego de la lotería como base para enseñar sobre la tabla periódica permitirá una enseñanza más dinámica y divertida para los alumnos, fomentando su atención y participación en el aprendizaje. Por último, el hecho de que el juego permita varias corridas en poco tiempo, aumenta el número de repeticiones y facilite la memorización de la información.

Para llevar a cabo esta actividad, se ha decidido utilizar un mazo de 54 cartas con los elementos químicos seleccionados cuidadosamente. Dado que la Tabla Periódica consta de 118 elementos, se ha considerado importante hacer una selección para facilitar la actividad y evitar abrumar a los alumnos con demasiada información.

Se ha optado por incluir los elementos químicos de uso común en el ámbito académico, así como aquellos que son de importancia en diversas industrias como la cosmética, farmacéutica y metalúrgica, entre otras. De esta manera, los alumnos podrán aprender sobre los elementos que son relevantes en su formación académica y que tienen aplicaciones prácticas en su vida académica.

Para hacer esta selección, se han descartado aquellos elementos que forman parte de las series de los lantánidos (del 57 al 70), los actínidos (del 89 al 103) y el bloque de los elementos sintéticos (del 104 al 118). Si bien estos elementos tienen un valor científico y tecnológico importante, se han excluido de la actividad debido a que su inclusión habría complicado la actividad y sobrecargado de información a los alumnos.

En definitiva, la selección de los elementos químicos para la lotería se ha llevado a cabo de manera cuidadosa, considerando la relevancia de los elementos en el ámbito académico y en la industria, así como la necesidad de simplificar la actividad para facilitar la comprensión y el aprendizaje por parte de los alumnos. Con esta selección, se espera que los alumnos puedan aprender de manera efectiva sobre los elementos químicos y su relación con la tabla periódica.

Por otro lado, al limitar la cantidad de elementos químicos a 54, se ha podido utilizar el diseño ya establecido en el juego original de la lotería. De esta manera, se ha garantizado que las estadísticas del juego son exactamente las mismas que en la versión tradicional de la lotería.

Esta decisión ha permitido que se pueda enfocar más en la información relacionada con los elementos químicos, ya que se ha ahorrado tiempo y recursos en la creación de un diseño nuevo. Asimismo, al utilizar el diseño original se ha asegurado una familiaridad por parte de los alumnos, lo cual puede hacer que la actividad sea más amena y entretenida.

## 2. Formato de las cartas

El juego consta de 54 cartas, las cuales tendrán las siguientes características:

- Nombre del elemento químico. (Ayudará a los alumnos a aprender el nombre de algunos elementos)
- Símbolo del elemento químico. (Ayudará al alumno a relacionar el símbolo del elemento con su nombre y viceversa)
- Número atómico. (Generará memoria visual y auditiva al alumno aumentando la probabilidad de aprendizaje)
- Una imagen alusiva a alguna propiedad del elemento. (Ayudará a la identificación del elemento y de manera indirecta creará una relación con algún uso o aplicación de dicho elemento con objetos de la vida cotidiana)
- Descripción de la carta. (Esta descripción será recitada durante el juego para poder facilitar la identificación del elemento)

### 3. Datos de las cartas

#### 1. HIDRÓGENO

- 1.- Compone el 90 % del Universo.<sup>59</sup>
- 2.- El más pequeño, pero el que más abunda.<sup>59</sup>
- 3.- Con un solo electrón en su capa exterior, es el átomo más simple, ¡qué gran honor!  
Antes llamado “aire inflamable”, Antoine de Lavoisier bautizó el elemento con el nombre que viene del griego *hydros*, “agua”, y *genes*, “creador” o “generador”.<sup>59</sup> ¡Hidrógeno!

#### 2. HELIO

- 1.- Helios o Hiperión, estoy en el Sol.
  - 2.- Es un gas que flota noblemente sobre el aire.
  - 3.- Como niño hablarás si me llegas a aspirar.
- El helio se utiliza para inflar globos de cumpleaños, aparece en semiconductores, globos de cumpleaños y en el Gran Colisionador de Hadrones.<sup>60</sup> Su nombre se debe a la línea amarilla del espectro solar descubierta en 1868 por el astrónomo francés Janssen durante un eclipse solar.<sup>60</sup> ¡Helio!

#### 3. LITIO

- 1.- De los hermanos alcalinos, el más pequeñito y electropositivo.
  - 2.- Para la depresión, mi carbonato es sensación.
  - 3.- Tres protones en su interior, en la naturaleza se encuentra como un metal blando con gran poder reductor.
- Su nombre proviene de la palabra griega *lithos* que significa piedra. El litio puro es extremadamente corrosivo por lo que generalmente se almacena en queroseno.<sup>61</sup> ¡Litio!

#### 4. BERILIO

- 1.- Demasiado dulce, pero en extremo tóxico. Glucinio, del griego *glykys* por lo dulce de sus sales.<sup>62</sup>

2.- Rígido, ligero y estable, en misiles y aviones.

3.- Cuatro protones en su interior, como un metal raro de gran belleza se encuentra en la naturaleza.

Las aleaciones de cobre de muelles tienen muchas aplicaciones, pues son muy resistentes, idóneas en partes móviles de aviones y satélites, y aparatos de gran precisión. Ninguno como ¡el berilio!

## 5. BORO

1.- Soy de Iraq, mi nombre en árabe es "buraq".<sup>63</sup>

2.- El carbono es mi vecino y mi color es blanquecino.

3.- Mi símbolo es la segunda letra del alfabeto.

El alquimista Jabir ibn Hayyan (Iraq) fue el primero en mencionar al bórax en el año 700 a.C.

El boro está presente en las rocas más antiguas de la Tierra, y pudo haber sido crucial en el inicio de la vida.<sup>63</sup>

## 6. CARBONO

1.- El que con solo 14, conoce a todos los dinosaurios.<sup>64</sup>

2.- ¡Que no soy pentavalente!

3.- Del lápiz al diamante, en un instante.

Es único en la química porque forma un número de compuestos mayor que la suma total de compuestos formados por átomos de todos los otros elementos. ¡Carbono!

## 7. NITRÓGENO

1.- Si en cada respirar estás tú, cómo te voy a olvidar.

2.- Por explosivo, a Nobel dinamité.

3.- Fertilizo y fertilizo, me guardan en el cobertizo.

Su nombre es de origen griego, proviene de *nitron*, "nitrato potásico" y *gen*, "generación".

En ocasiones se conoce como ázoe que significa "sin vida", término acuñado por el químico francés Jean Antonie Chaptal en el año 1790. ¡Es el nitrógeno!<sup>65</sup>

## 8. OXÍGENO

- 1.- Sin mí, no hay fuego.<sup>66</sup>
- 2.- Ácidos genero según la lengua de Odiseo.<sup>67</sup>
- 3.- Si me acabo, tú también.

Descubierto por el químico sueco Carl Scheele, y aislado por el químico británico Joseph Priestley, quien lo describe en su obra Experimentos y observaciones sobre diferentes tipos de aire en 1775.<sup>68</sup> ¡Oxígeno!

## 9. FLÚOR

- 1.- Solo con mi gemelo comparto un electrón, con todos los demás soy el más ganón.
- 2.- El más electronegativo.
- 3.- Poquito de mí salva tus dientes, un poco más y te presento a la muerte.<sup>69</sup>

Nueve protones en su interior, su símbolo es una F. Se encuentra en la naturaleza como un gas tóxico. Se utiliza en la odontología, en la fabricación de compuestos químicos y en la industria del aluminio.<sup>69</sup> Flúor es su nombre.

## 10. NEÓN

- 1.- Brillas y brillas tan lindo, y brillamos juntos...
- 2.- Sir William Ramsey lo descubrió y “nuevo” en griego lo nombró.
- 3.- Inerte pero muy abundante en el Universo.

Diez protones en su interior, su símbolo es Ne. Se encuentra como un gas inodoro e incoloro que se ilumina cuando una corriente lo atraviesa.<sup>70</sup> Se utiliza en la fabricación de láseres y en la investigación científica. Efectivamente, es el neón.

## 11. SODIO

- 1.- Los odio a todos.
- 2.- Sodio reactivo, cloro a su lado, ponle con cuidado o quedará salado.<sup>71</sup>
- 3.- De 11 paso a 10 con muy poquita energía.



Es el metal alcalino más abundante sobre la Tierra, y sus compuestos se utilizan en la fabricación de vidrio, en antidetonantes de gasolinas, y como electrolito en las baterías.<sup>72</sup> ¿Ya lo tienes? Es el sodio.

## 12. MAGNESIO

- 1.- Al arder en su forma metálica, produce una llama blanca incandescente muy intensa.<sup>73</sup>
- 2.- Doce protones en su interior, metal ligero de gran esplendor.
- 3.- Su sulfato se llama sal de Epsom.<sup>74</sup>

Metal alcalinotérreo con propiedades muy parecidas a las del calcio, que se utiliza generalmente para formar aleaciones.<sup>73</sup> Su llama blanca incandescente motivó su uso en fotografía.<sup>75</sup> ¡Es el magnesio!

## 13. ALUMINIO

- 1.- Es el metal más abundante en la superficie de la Tierra.
- 2.- Ligero y flexible, tu lunch acompañó.
- 3.- Mis vecinos en la Tabla Periódica, galio y silicio.

Su símbolo es Al y tiene trece protones en su núcleo. Se utiliza en la construcción y en la industria aeroespacial.<sup>76</sup> ¡Nada tan versátil como el aluminio!

## 14. SILICIO

- 1.- Si y solo si.
- 2.- Es la arena, blanca y cálida.
- 3.- Primo del carbono y vecino del fósforo.

Silicon Valley recibe su nombre por este elemento, cuyos compuestos son cruciales en componentes de microelectrónica y chips de computadora. El apodo de la región californiana apareció en 1971 en el periódico "Electronic News".<sup>77, 78</sup> ¡Silicio!

## 15. FÓSFORO

- 1.- Con cuerpecito de madera, y cabecita peleonera.
- 2.- En griego, “portador de luz”.

3.- Se oxida con el oxígeno, emitiendo luz, a lo que llamamos fosforescencia.

En la naturaleza, se encuentra como un sólido blanco de textura cerosa y olor desagradable. El organismo lo necesita para producir energía y llevar a cabo muchos procesos químicos importantes.<sup>79,80</sup> Su símbolo es una P. Se trata del fósforo.

## 16. AZUFRE

1.- Cerca de volcanes y lava, su olor es el del infierno.

2.- Su anión es isoelectrónico del argón.

3.- Su nombre proviene del latín *sulfuris*.

Sólido no metálico de color amarillo y de fuerte olor característico.<sup>82</sup> Puesto que esta sustancia viene del centro de la Tierra acompañado de la lava, en la edad media se le relacionaba con el diablo.<sup>81</sup> ¡Sí! Es el azufre.

## 17. CLORO

1.- Verde que te quiero verde.<sup>83</sup>

2.- Arma química o desinfectante del hogar, tú decides cómo me vas a usar.

3.- De -1 a +7 pasando por cero, los números impares son mi sendero.

En su forma natural es uno de los cuatro gases más tóxicos. Sus compuestos son muy variados y con muchas aplicaciones. Este elemento es el segundo miembro de los halógenos y su símbolo es Cl.<sup>83</sup> Es el cloro.

## 18. ARGÓN

1.- Del griego “perezoso” o “inerte”.

2.- Es el único gas noble descubierto en el espacio.<sup>85</sup>

3.- Presenta un brillo violáceo al interactuar con un campo eléctrico.<sup>84</sup>

Las luces de “neón” con brillo azul en realidad contienen átomos de este elemento. Se encuentra en el tercer periodo y en la familia 18. Su símbolo es Ar. Exacto, se trata del argón.

## 19. POTASIO

- 1.- Su color en la llama es lila o violeta.
- 2.- Su masa atómica es menor que la del elemento anterior. ¡Una rareza que Mendeléyev señaló!
- 3.- En agua, disoluciones muy básicas, tanto que su nombre en latín kalium, significa alcalino.

Es un elemento esencial para el cuerpo humano y su funcionamiento.<sup>86</sup> Su masa atómica es menor que la del elemento anterior en la Tabla Periódica y su símbolo es una K. ¿Ya lo tienes? Es el potasio.

## 20. CALCIO

- 1.- En esqueletos y dientes.<sup>87</sup>
- 2.- Si la osteoporosis quieres evitar, de este elemento, sus compuestos debes disfrutar.<sup>88</sup>
- 3.- En arrecifes de coral, es el componente principal.

En su forma natural es un mineral importante que se utiliza en la fabricación de acero y en la producción de cemento. Es el segundo elemento del cuarto periodo y tiene 20 protones. ¡El calcio!

## 21. ESCANDIO

- 1.- En su nombre hay un archipiélago.
- 2.- Ni estroncio, ni estaño; ni antimonio, ni samario.
- 3.- Neutro, configuración  $3d^1$ .

En su forma natural es un metal pálido semejante al aluminio, ligero, blando, de alto punto de fusión y de gran interés para el diseño de naves espaciales.<sup>89</sup> Su símbolo es Sc y se pronuncia escandio.

## 22. TITANIO

- 1.- El dióxido de este elemento blanquea dientes y protege la piel de los rayos UV.<sup>90</sup> ¡Tarea titánica!
- 2.- Metal de transición tan resistente como el acero.<sup>90</sup>

3.- Prótesis van y prótesis vienen, pero él está ahí, no sé si me entienden.

Sus átomos pierden 4 electrones en la mayoría de los compuestos que forman. Su nombre proviene del latín y hace referencia a los hijos de la Tierra en la mitología griega. Tiene la propiedad de absorber la radiación UV.<sup>90</sup> ¡El titanio!

### 23. VANADIO

1.- Primero pancromio, luego eritronio, ¡qué pena, lo hemos perdido todo!.<sup>91</sup>

2.- La diosa de la belleza, el amor y la fertilidad, la deidad escandinava, Vanadis.

3.- Primer miembro de la familia 5, tiene 23 protones.

Se puede encontrar como metal de color plateado, dúctil, blando y muy resistente a la corrosión. Fue descubierto por primera vez en 1801 por Andrés Manuel del Río, químico mexicano, sin embargo, el descubrimiento se le atribuye al sueco Nils Sefstrom.<sup>91</sup> ¡Vanadio!

### 24. CROMO

1.- Amarillo, naranja, verde, morado y negro, su nombre griego, "color".<sup>93</sup>

2.- +3, tóxico, +6, carcinógeno.<sup>92</sup>

3.- Un toque de elegancia, para brillar al rodar.

Debido a que sus compuestos presentan muchos colores, se han utilizado como pigmentos desde la antigüedad, aunque su uso más frecuente es para hacer aleaciones. Colorido y bonito, ninguno como el cromo.<sup>93</sup>

### 25. MANGANESO

1.- Si lo vuelves a confundir con magnesio, me voy a enojar.

2.- Es lo que le falta al chaleco, solo en eso.

3.- Entre el cromo y el hierro, su símbolo es Mn.

Es un metal de transición que se encuentra naturalmente en una variedad de minerales. Es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre. Es esencial para la fotosíntesis, y en general para todas las especies, incluyendo diatomeas, moluscos y esponjas.<sup>94</sup>

## 26. HIERRO

1.- Es óxido, es la superficie de Marte.<sup>95</sup>

2.- De una Supernova, el núcleo.

3.- Vital para el humano, en sangre su labor, transporta oxígeno con fervor.

Su ausencia produce anemia y, como Popeye el marino, se combate con espinacas. Como metal se utiliza comúnmente pero también se puede modificar para producir acero. Su nombre proviene del latín ferrum que significa sujetar, su símbolo es Fe y se llama hierro.

## 27. COBALTO

1.- Lo toman por monóxido de carbono, pero ellos son dos y él es solo uno.

2.- En alemán, kobold que significa duende. En las minas, ladrón de plata.<sup>96</sup>

3.- Azul anhidro, rosa hidratado.

En la Edad Media, los mineros tenían la creencia de que un duende robaba la plata de las minas y a cambio dejaba un metal de color blanco azulado, duro y ferromagnético, al que consideraban sin valor.<sup>97</sup> ¡Cobalto!

## 28. NÍQUEL

1.- En honor al “viejo Nick”, un demonio travieso, ladrón y juguetón.<sup>98</sup>

2.- El falso cobre, el kupfernickel.<sup>98</sup>

3.- Con 28 es un nini, Ni estudia Ni trabaja.

Los núcleos de este elemento se acumulan durante la muerte de estrellas supermasivas lo que provoca una implosión llamada Supernova que libera una enorme cantidad de energía. ¡Se trata del níquel!

## 29. COBRE

1.- Metal rojizo y dúctil presente en latón, peltre y bronce.

2.- Debe su nombre a los romanos quienes le llamaron aes Cyprium (mineral de Chipre).<sup>99</sup>

3.- Conduce la electricidad y lo roban en la ciudad.

Es un metal de transición, relativamente abundante en el Universo y presente tanto en la Tierra como en el cuerpo humano. Como metal es un buen conductor de la corriente eléctrica por lo que se usa comúnmente en cables e instalaciones eléctricas caseras.<sup>100</sup> ¡Cobre!

### 30. ZINC

- 1.- “Diente” en alemán, proveniente de la calamina mineral.
- 2.- De la primera serie, el último en conocerse.
- 3.- La mitad de la pila de Daniell.

Metal de transición presente en el organismo. Se le considera un nutriente esencial importante para la función inmunológica. Los compuestos de este elemento tienen muchas aplicaciones: desde componentes de aviones hasta cremas solares<sup>101</sup>, con 30 protones se trata del zinc.

### 31. GALIO

- 1.- De manera natural, sólido o líquido.
- 2.- En la Tabla Periódica, de vecino, su enemigo.
- 3.- Gato, galaxia, galán, todas comparten con este elemento la “g” y la “a”.

Es un metaloide que se encuentra como un sólido de color gris azulado o un líquido blanco plateado, con una superficie reflejante brillante.<sup>102</sup> Sus compuestos se utilizan en circuitos electrónicos, semiconductores y diodos emisores de luz (LED).<sup>103</sup> ¡Galio!

### 32. GERMANIO

- 1.- Alemania significa su nombre.<sup>104</sup>
- 2.- Ni es metal, ni el galio es su carnal.
- 3.- Sus compuestos, para LEDs y paneles solares.

Descubierto poco después del galio, y como consecuencia de las disputas políticas del final del siglo XIX con Francia, fue nombrado como el país de su origen. Sus átomos tienen 32 electrones, y su símbolo es Ge. Se trata del germanio.<sup>105</sup>

### 33. ARSÉNICO

- 1.- El rey de los venenos y el veneno de los reyes.<sup>106, 107</sup>

- 2.- Me comes por necio, te curas con cesio.
- 3.- Es congénere del nitrógeno, pero está en el cuarto periodo.

Muchos miembros de la realeza fueron envenenados con una sustancia de este elemento porque es inodora e insípida. Se utiliza en la producción de pesticidas, también en la fabricación de aleaciones y en la medicina. ¡El arsénico!

#### 34. SELENIO

- 1.- Su nombre es Luna<sup>108</sup> y abajo el telurio.
- 2.- Convierte directamente luz en electricidad.
- 3.- Con 34 protones y símbolo Se, tiene una cara luminosa y otra oculta.

Presenta propiedades fotovoltaicas (convierte directamente luz en electricidad) y fotoconductoras (la resistencia eléctrica decrece al aumentar la iluminación) por lo que lo hace útil en la producción de celdas solares.<sup>109</sup> Se trata del selenio.

#### 35. BROMO

- 1.- Hedor<sup>111</sup> es su nombre, intenso, penetrante y muy desagradable.<sup>110</sup>
- 2.- Vapores tóxicos, un líquido rojizo más denso que el agua.<sup>111</sup>
- 3.- Entre el cloro y el yodo está cómodo.

Sus compuestos se usan como agentes desinfectantes de albercas y agua potable. Es un no metal de la familia de los halógenos. Su sustancia elemental es una de las pocas que se encuentran en fase líquida. Se trata del bromo.

#### 36. KRIPTÓN

- 1.- Tan difícil fue aislarlo que se le nombró “oculto”.<sup>113</sup>
- 2.- Una parte por millón de la atmósfera es su composición.<sup>112</sup>
- 3.- El planeta natal de Superman.

Generalmente se usa en la fabricación de lámparas fluorescentes<sup>113</sup>, aunque sus compuestos tienen muy pocas aplicaciones. Su símbolo es Kr y se llama kriptón.

### 37. RUBIDIO

- 1.- El rojo más profundo e intenso.<sup>114</sup>
- 2.- Fuegos nocturnos, en el cielo violeta.<sup>116</sup>
- 3.- Bienvenidos todos al quinto piso, ya se les hizo.

Se encuentra en la naturaleza en un mineral precioso de color rojo intenso, por eso su nombre en latín significa el rojo más profundo.<sup>114</sup> Sus sustancias tienen aplicaciones en la fabricación de vidrios ópticos debido a su alto índice de refracción.<sup>115</sup> Sí, es el rubidio.

### 38. ESTRONCIO

- 1.- Es el señor elemento.
- 2.- Rígido, ligero y estable, en misiles y aviones.
- 3.- Descubierta en las minas escocesas de Estroncia.

Los carbonatos de este elemento se utilizan para fabricar luces de bengala y fuegos artificiales por el intenso color rojo que desprenden.<sup>117, 118</sup> Uno de los isótopos de este elemento se usa en radioterapia como agente de contraste para focalizar la radiación en los huesos metastásicos.<sup>119, 120</sup> El señor estroncio, Sr.

### 42. MOLIBDENO

- 1.- Metal blanco plateado, dúctil altamente resistente a la corrosión.<sup>121, 122</sup> Su lugar, la segunda serie de transición.
- 2.- Su configuración electrónica es anómala.
- 3.- Refina queroseno, su nombre es molibdeno.

Su nombre proviene de la palabra griega que significa plomo<sup>123</sup>, porque durante mucho tiempo se confundía a ambos metales. Sus sustancias se utilizan en la industria para producir acero inoxidable,<sup>122, 123</sup> y en la industria petrolera se utiliza como catalizador. ¡Es el molibdeno!

### 46. PALADIO

- 1.- Fue nombrado por Wollaston en honor del cuerpo celeste Pallas.<sup>125</sup>
- 2.- Poco abundante pero muy importante.



3.- Tiene 46 protones, es el rey de los catalizadores.

Es un metal blando, dúctil y maleable, de color blanco característico. Es muy poco abundante pero sus compuestos tienen muchas aplicaciones: es un componente crucial de las pilas de combustible y los convertidores catalíticos de los automóviles<sup>124</sup>, por ejemplo. ¿Ya lo tienes?  
Es el paladio.

#### 47. PLATA

1.- En épocas de alquimia, su símbolo era el de la Luna.

2.- Del latín argentum que significa brillante.<sup>126</sup>

3.- Metal de transición del quinto periodo vecino del paladio.

Como metal conduce muy bien la electricidad y puede reflejar 95 % de la luz que incide sobre su superficie.<sup>127</sup> Se usa frecuentemente para fabricar monedas y joyas, y México es el mayor productor mundial de este metal.<sup>126</sup> Su símbolo es Ag. ¡La plata!

#### 48. CADMIO

1.- Sus sulfuros, muy vistosos, pigmentos rojos naranjas y amarillos venenosos.<sup>128</sup>

2.- Su nombre calamina, una impureza en la historia.

3.- Con 48 protones, baterías a montones.

Las sustancias de este elemento, sobre todo los sulfuros, tienen colores muy vistosos por lo que era frecuente encontrarlas como pigmentos. Sin embargo, es muy tóxico.<sup>131</sup> Debido a su excelencia como conductor eléctrico, se usa a menudo en galvanoplastia y en baterías.

#### 50. ESTAÑO

1.- Si Napoleón lo hubiera sabido, en Rusia hablarían francés.<sup>131</sup>

2.- Plumbum nigrum y plumbum candidum.<sup>129, 130</sup>

3.- Del latín stannum, con símbolo Sn.

En la antigüedad, el metal de este elemento se confundía con el plomo. Se les nombraba plumbum nigrum y plumbum candidum.<sup>129, 130</sup> El metal presenta dos estructuras cristalinas, una muy resistente, la otra muy quebradiza a bajas temperaturas.

## 51. ANTIMONIO

1.- Le da miedo estar solo, nunca lo está.<sup>132</sup>

2.- Su nombre histórico, el estibio.<sup>132</sup>

3.- Metaloides del quinto periodo, comparte grupo con el fósforo.

Sus compuestos se utilizan para fabricar semiconductores y detectores infrarrojos.<sup>133, 134</sup> Su nombre se compone de las raíces de las palabras griegas anti y monos que significa "metal que no se encuentra solo".<sup>132</sup> Con 51 protones y símbolo Sb. ¡Antimonio!

## 53. YODO

1.- Si infectarte no te late, ponte mertiolate.<sup>135</sup>

2.- Al sublimar, un vapor púrpura.<sup>136</sup>

3.- Clave en la producción de la hormona tiroidea.<sup>135, 136</sup>

Su déficit puede provocar discapacidad intelectual. Cuando hay un accidente en una planta nuclear, como en Chernóbil, se recomienda tratar a los pacientes con uno de los isótopos de este elemento. Con símbolo I y 53 protones, es el yodo.<sup>137</sup>

## 54. XENÓN

1.- Aunque no lo creas, gas noble reactivo.

2.- Sometido a una descarga eléctrica, produce un hermoso resplandor azul.<sup>138</sup>

3.- Gas mínimamente presente en la atmósfera.<sup>139</sup>

Inhalar dicho gas produce mareos, náuseas, vómitos, errores de juicio, confusión, o pérdida de la consciencia y muerte que pueden ocurrir en segundos.<sup>139</sup> Es el último elemento del quinto periodo, con símbolo Xe es el xenón.

## 55. CESIO

1.- Tan violento con el agua que se funde.<sup>141</sup>

2.- Sus sales, el antídoto del arsénico.

3.- Inaugura el periodo 6, de símbolo Cs.

Como metal, es blanco plateado y brillante.<sup>140</sup> Es el metal más blando y el más reactivo de los metales alcalinos. Las sales de este metal alcalino se han utilizado en medicina como

agentes *antishock* que contrarrestan el efecto del arsénico. Su isótopo 137 se utiliza en tratamientos contra el cáncer.<sup>142</sup>

#### 56. BARIO

- 1.- Varios quisieran ser él.
- 2.- Su nombre proviene del mineral del que se aisló, la barita.
- 3.- Con 56 protones, su símbolo es Ba.

El sulfato de bario es muy insoluble, y absorbe radiación de rayos-X, por lo que se utiliza para hacer radiografías de los intestinos.<sup>143</sup> El bario, aislado de la barita, fue descubierto por Carl Scheele en 1774 y aislado por Humphrey Davy en 1808.<sup>144,145</sup>

#### 74. TUNGSTENO

- 1.- Dos nombres: uno con T, otro con W.
- 2.- Thomas Alva Edison le estará siempre muy agradecido.
- 3.- Su símbolo proviene del mineral en el que se encontró, la wolframita.<sup>146</sup>

Como metal es de color gris-acero y su aplicación más importante es en la producción de filamentos para bombillas incandescentes. Su nombre antiguo proviene del sueco tung sten “piedra pesada”.<sup>147</sup> Se encuentra en el grupo 6 y en el sexto periodo: el tungsteno o el wolframio.

#### 78. PLATINO

- 1.- No soy plátano ni patino, soy brillante y elegante.
- 2.- Tan difícil derretirlo que le llamaron “pequeña plata”.<sup>150</sup>
- 3.- El tercer hermano de la familia 10, cuyo símbolo es Pt.

Este elemento se encuentra como metal y se le conoce como el oro blanco.<sup>149</sup> En tu automóvil se encuentra en el catalizador que convierte los gases del motor.<sup>148</sup> Se trata del platino.

#### 79. ORO

- 1.- “Amanecer radiante” en latín.<sup>151</sup>
- 2.- En la alquimia su símbolo, el astro rey, el Sol.

3.- Con 79 protones, sirve hasta para decorar platillos gourmet.<sup>153</sup>

Como metal, refleja casi toda la luz que incide sobre su superficie por lo que se utiliza en materiales como los visores de los astronautas. Algunos de sus compuestos se utilizan incluso en comida para decorar platillos gourmet.<sup>153</sup> Aurum es su nombre, pero lo conoces mejor como oro.<sup>152</sup>

## 80. MERCURIO

1.- Hydrargyrum, la "plata líquida".<sup>154, 155</sup>

2.- Su nombre, el planeta más cercano al Sol.

3.- Si lo ingieres se te olvida hasta quién eres.

Es un metal de transición y en la naturaleza se encuentra en minerales como la montroidita. A veces, al comer pescados y mariscos, puedes intoxicarte con sustancias de este elemento.<sup>156</sup> La enfermedad de Minamata es un síndrome de intoxicación grave que ataca el sistema nervioso.<sup>157</sup> ¡Sí, el mercurio!

## 87. FRANCIO

1.- El primero de los últimos.

2.- Radiactivo y prácticamente inexistente en la Tierra, apenas 30 g.<sup>161</sup>

3.- Debajo del cesio en la Tabla Periódica, tiene 87 protones y símbolo Fr.

Se distingue por su inestabilidad nuclear, pues solo existe en formas radiactivas de vida media muy corta; apenas 21 minutos.<sup>158, 159, 160</sup> Además, recibe su nombre en honor al país en donde fue descubierto.<sup>159</sup> ¿Lo tienes? Es el francio.

## 88. RADIO

1.- Su símbolo, el nombre de un faraón egipcio.

2.- A su lado, los actínidos.

3.- Metal alcalinotérreo, extremadamente peligroso y radiactivo.<sup>162</sup>

Se produce naturalmente por decaimiento radiactivo de uranio o torio y sus sustancias se emplean en radioterapia para tratar el cáncer.<sup>163</sup>

#### 4. Instructivo del juego

La Lotería de los Elementos Químicos es un juego de mesa multijugador para aprender acerca de los elementos químicos y algunas de las sustancias que forman. El objetivo del juego es completar un tablero a partir de las cantadas del maestro de juego.

*Preparando, jugando y ganando el juego:*

A tu disposición tienes un mazo de 54 cartas y varios tableros:

- Las cartas contienen diferentes elementos y propiedades acerca de las sustancias que forman.
- Cada tablero es distinto y contiene 16 elementos.
- Frijoles o cualquier otro objeto que sirva para colocar sobre los elementos en cada tablero.

Para comenzar el juego, se reparten los tableros de tal forma que cada jugador tenga uno. El maestro de juego conserva el paquete de cartas y tras revolverlas, saca una carta y lee las primeras tres cantadas. Si un jugador reconoce, a partir de dichas cantadas, uno de los elementos presentes en su tablero, coloca un frijol encima. Este proceso se repite hasta que un jugador complete su tablero. En ese momento debe gritar “¡Lotería!” para poder ganar.

#### 5. Cartas de la lotería de los elementos químicos

Las cartas se diseñaron con ilustraciones que hacen alusión a cada elemento, además de contener los versos de forma clara y muy fácil de leer. Estas cartas tienen 2 caras, en el anverso se encuentran las cantadas junto con una breve descripción, número atómico y masa atómica del elemento, mientras que en el reverso se muestra el logo del juego (Figura 14). Además, estas cartas tienen un color específico dependiendo del grupo o familia a la que pertenece el elemento, esto de forma indirecta ayudara a que los estudiantes participantes puedan irlos memorizando.



Figura 14. Anverso y reverso de una carta de juego

### 6. Cartones de la Lotería de los elementos químicos

Los cartones fueron diseñados por Jesús Erubiel Miguel Gómez quién utilizó el programa Midjourney utilizando Inteligencia Artificial, por lo que las ilustraciones son libres de derechos de autor. En la Figura 15 se muestra un cartón diseñado por el compañero.

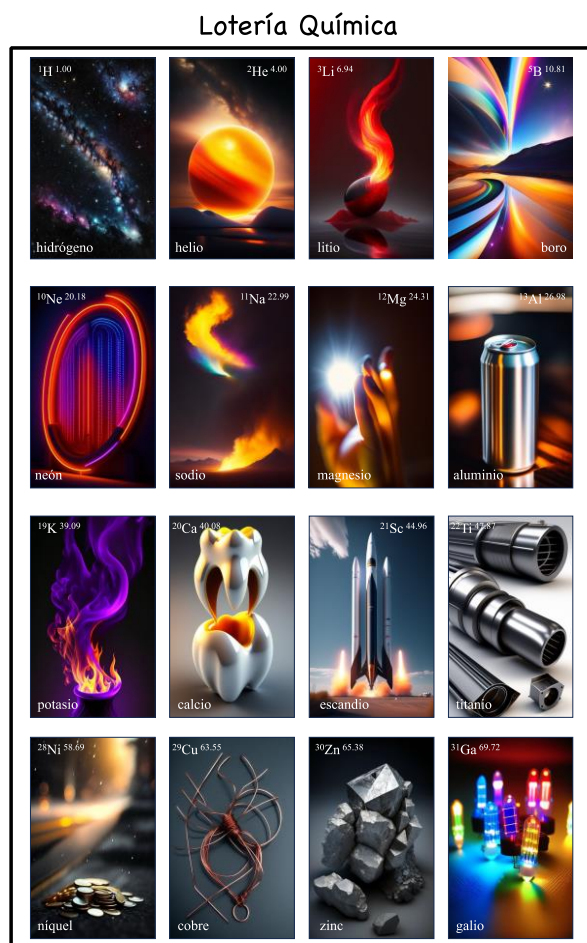


Figura 15. Cartón No. 1 de La Lotería de los Elementos Químicos

## CONCLUSIONES

El desarrollo e implementación de la Lotería de los Elementos Químicos para mejorar la memorización y comprensión de estos entre los estudiantes de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México ha sido un proceso enriquecedor y altamente efectivo. A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de los objetivos planteados:

- Investigación detallada y selectiva:

La investigación exhaustiva y selectiva sobre los elementos químicos ha permitido identificar datos relevantes y curiosidades que capturan el interés de los estudiantes. La selección cuidadosa de información ha contribuido a generar un mayor entusiasmo y conexión con los elementos químicos, trascendiendo la mera memorización.

- Diseño visual y Pedagógico:

El diseño visual de la baraja de lotería ha sido un elemento clave en el éxito del proyecto. La combinación de elementos atractivos y pedagógicamente efectivos ha logrado reflejar con precisión la información clave sobre los elementos químicos, así como sus propiedades y aplicaciones prácticas. La estética visual ha demostrado ser un catalizador eficaz para el aprendizaje.

- Versos o rimas memorables:

La creación de versos y rimas basadas en la información recopilada ha demostrado ser una estrategia innovadora y efectiva. Estos recursos no solo facilitan la memorización de datos específicos, sino que también despiertan la curiosidad y el entusiasmo de los estudiantes por la química. La combinación de elementos lúdicos y educativos ha logrado un equilibrio óptimo.

- Impacto positivo en el aprendizaje:

La implementación de La Lotería de los Elementos Químicos tendrá un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes de nivel medio superior y superior. La interacción lúdica y educativa proporcionada por el juego mejorará significativamente la retención de la

información y la comprensión de los conceptos químicos, contribuyendo así al éxito académico.

- Fomento del interés y la participación:

El proyecto fomentará el interés y la participación activa de los estudiantes en el estudio de los elementos químicos. La combinación de elementos de juego, diseño visual atractivo y recursos mnemotécnicos convertirá el proceso de aprendizaje en una experiencia más agradable y motivadora.

En resumen, la Lotería de los Elementos Químicos ha cumplido de manera satisfactoria con sus objetivos, proporcionando a los estudiantes una herramienta didáctica novedosa y efectiva. La integración de la diversión y la educación ha demostrado ser una estrategia exitosa para mejorar el aprendizaje de los elementos químicos en la Facultad de Química de la UNAM.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022)  
<https://www.inegi.org.mx/default.html>
2. Población total de México 2028 | Statista. (2023, Junio)  
<https://es.statista.com/estadisticas/635250/poblacion-total-de-mexico-en-2020/>
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020, Marzo). México en cifras.  
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=0700#tabMCcollapse-Indicadores>
4. Secretaria De Educación Pública. Conoce el Sistema Educativo Nacional.  
<https://www.gob.mx/sep/articulos/conoce-el-sistema-educativo-nacional>
5. Subsecretaría de Educación Básica. (2023, Julio)  
<https://educacionbasica.sep.gob.mx/>
6. Subsecretaria de Educación Media Superior. (2023, junio)  
<https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/>
7. SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR.  
<https://www.educacionsuperior.sep.gob.mx/>
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tabulados Interactivos-Genéricos.  
[https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Educacion\\_Educacion\\_04\\_10b76194-2880-4907-abad-51fd37557d17&idrt=15&opc=t](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Educacion_Educacion_04_10b76194-2880-4907-abad-51fd37557d17&idrt=15&opc=t)
9. Secretaria De Educación Pública. Conoce el Sistema Educativo Nacional. gob.mx.  
<https://www.gob.mx/sep/articulos/conoce-el-sistema-educativo-nacional>
10. Sistema de Información de Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE) de Educación Media Superior (SIRVOEMS).  
<https://sirvoems.sep.gob.mx/sirvoems/informativo/jspGlosario.jsp#:~:text=Educaci%C3%B3n%20intensiva%3A,la%20reducci%C3%B3n%20de%20los%20calendarios>
11. Secretaria de Educación Pública (2020), PROGRAMA SECTORIAL DERIVADO DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5596202&fecha=06/07/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596202&fecha=06/07/2020#gsc.tab=0)

12. John. (2022). Comparación de los planes de estudios 2011, 2017 y 2022 (Borrador) | Material Educativo. Material Educativo | Material Didáctico Educativo.  
<https://materialeducativo.org/comparacion-de-los-planes-de-estudios-2011-2017-y-2022-borrador/>
13. OCDE, NOTAS DEL PAIS. (2018) PROGRAMA PARA LA EVALUACIÓN INTERNACIONAL DE ALUMNOS PISA 2018 RESULTADOS.  
[https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_MEX\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf)
14. How did countries perform in PISA 2018?  
[https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-results-volume-i\\_28450521-en#page3](https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-results-volume-i_28450521-en#page3)
15. El Economista. (2019, Diciembre). Prueba PISA 2018: México mantiene los mismos bajos niveles en aprendizaje. El Economista. (2022, Julio)  
<https://www.economista.com.mx/politica/Prueba-PISA-2018-Mexico-mantiene-los-mismos-bajos-niveles-en-aprendizaje--20191203-0048.htmlh>
16. SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (2019). La Nueva Escuela Mexicana: principios y orientaciones pedagógicas. Subsecretaría Educación Media Superior.  
<https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacio%C3%ADn%20pedago%C3%ADgica.pdf>
17. Secretaria De Educación Pública. Boletín No. 167 Trabaja SEP para mitigar la deserción y el abandono.  
<https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-no-167-trabaja-sep-para-mitigar-la-desercion-y-el-abandono-escolar-ante-la-pandemia-por-el-covid-19?idiom=es#:~:text=La%20Secretar%C3%ADa%20de%20Educa%C3%B3n%20P%C3%ABlica,su%20Titular%20Esteban%20Moctezuma%20Barrag%C3%A1n>
18. SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA. ANEXO AL ARTÍCULO 23. DE LA LEY GENERAL DE EDUCACIÓN. Plan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria, aplicable y obligatorio para toda la República Mexicana.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/792397/plan\\_de\\_estudio\\_para\\_la\\_educacion\\_preescolar\\_primaria\\_secundaria\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/792397/plan_de_estudio_para_la_educacion_preescolar_primaria_secundaria_2022.pdf)

19. Pearson (2022) Nueva Escuela Mexicana: Lo que necesitas saber de este modelo <https://blog.pearsonlatam.com/en-el-aula/nueva-escuela-mexicana-lo-que-debes-saber#:~:text=Se%20fortalece%20el%20modelo%20de,comunidad%20el%20centro%20del%20aprendizaje>
20. Unir, V. (2022, febrero). El condicionamiento clásico: aprender con respuestas automáticas. <https://www.unir.net/salud/revista/condicionamiento-clasico/#:~:text=El%20condicionamiento%20cl%C3%A1sico%20es%20un,las%20bases%20de%20este%20aprendizaje>
21. Ruiz, L. (2021). Albert Bandura: Biografía y aportaciones a la psicología. Psyciencia. <https://www.psyciencia.com/albert-bandura-biografia-y-aportaciones-a-la-psicologia/>
22. Antonio, & Antonio. (2019). Descubra lo que el controvertido experimento de Muñecabobo reveló sobre cómo los niños aprenden la agresión a través de la observación. Tecnicas de aprendizaje. <https://tecnicasdeaprendizaje.net/experimento-bobo-doll-de-bandura-sobre-aprendizaje-social/>
23. Sarrió, A. S. (2018). Experimento del muñeco bobo de Bandura: un modelo de agresión. Psicólogo Valencia · Alberto Soler | Psicoterapia Online. <https://www.albertosoler.es/experimento-del-muneco-bobo-bandura-modelo-agresion/>
24. Poves, J. L. E., Miranda-Vílchez, W. A., & Chafloque-Céspedes, R. (2019). Los estilos de aprendizaje VARK en estudiantes universitarios de las escuelas de negocios. Propósitos y Representacione. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.254>
25. VARK Learn Limited. (2023, junio). The VARK modalities: Visual, aural, read/write & Kinesthetic. <https://vark-learn.com/introduction-to-vark/the-vark-modalities/>
26. Agudelo, L. N. R. (2010). Estilos de aprendizaje basados en el modelo de Kolb en la educación virtual. <https://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/21/30#:~:te>

[xt=Kolb%20se%20C3%B1ala%20que%20C%20para%20aprender.aprendizaje%20propuestos%20por%20este%20modelo](#)

27. Cano, C. V. (2023). La teoría de los estilos de aprendizaje de Kolb. Actualidad en Psicología. <https://www.actualidadenpsicologia.com/la-teoria-de-los-estilos-de-aprendizaje-de-kolb/>
28. Poves, J. L. E., Miranda-Vilchez, W. A., & Chafloque-Céspedes, R. (2019). Los estilos de aprendizaje VARK en estudiantes universitarios de las escuelas de negocios. Propósitos y Representaciones. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.254>
29. Modelo de Kolb. [http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21/modulo\\_2/modelo\\_kolb.htm](http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21/modulo_2/modelo_kolb.htm)
30. Del Alcazar Ponce, J. P. (2022). Inteligencia emocional e inteligencias múltiples en neuro oratoria. Mentinno. <https://blog.formaciongerencial.com/inteligencia-emocional-e-inteligencias-multiples-en-neuro-oratoria/>
31. Javier, O. L. (s. f.). JUSTO SIERRA «EL MAESTRO DE AMÉRICA»: FUNDADOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MÉXICO. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-72382010000200002#:~:text=Con%20el%20ideario%20educativo%20de,patria%20mexicana%20y%20a%20sus%20instituciones%22](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-72382010000200002#:~:text=Con%20el%20ideario%20educativo%20de,patria%20mexicana%20y%20a%20sus%20instituciones%22)
32. Fernando Flores-Camacho (2012), Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>
33. Arturo, T. G. L. Desigualdad educativa y desigualdad social en México. Nuevas evidencias desde las primarias generales en los estados. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982016000100032&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982016000100032&script=sci_abstract)
34. Programa Adopta Un Amigo, (2021), El desigual acceso de oportunidades en la educación científica en México. <http://www.pauta.org.mx/index.php/2021/06/18/el-desigual-acceso-de-oportunidades-en-la-educacion-cientifica-en-mexico/>

35. Facultad de Química. Inicio  
<https://quimica.unam.mx/>
36. Instituto de Química, UNAM  
<https://www.iquimica.unam.mx/>
37. Instituto de Investigaciones en Materiales.  
<https://www.iim.unam.mx/inicio.html>
38. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.  
<https://www.cinvestav.mx/>
39. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.  
<https://cimav.edu.mx/>
40. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. IPN  
<https://www.cicata.ipn.mx/>
41. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).  
<https://www.inaoep.mx/>
42. Tecnológico de Monterrey. (s. f.). Inicio | Tecnológico de Monterrey.  
<https://tec.mx/es>
43. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares | Gobierno | Gob.mx. (s. f.).  
<https://www.gob.mx/inin>
44. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). (2023, 11 mayo).  
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).  
<https://www.ciad.mx/>
45. Gamificación: el aprendizaje divertido | educativa. (s. f.).  
<https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
46. 3, E. ¿Qué es la gamificación y cuáles son sus objetivos? (2022, agosto)  
EDUCACIÓN 3.0.  
<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/gamificacion-que-es-objetivos/>
47. Borrás Gené, O. (2015, junio). Fundamentos de la gamificación. Universidad  
Politécnica de Madrid  
[https://oa.upm.es/35517/1/fundamentos%20de%20la%20gamificacion\\_v1\\_1.pdf](https://oa.upm.es/35517/1/fundamentos%20de%20la%20gamificacion_v1_1.pdf)
48. Valero Martínez, M. La gamificación. Revisión del concepto y análisis de proyectos  
y experiencias. Universitat de les Illes Balears.

[https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/152574/Valero\\_Martinez\\_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/152574/Valero_Martinez_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

49. Reina Miguel, Reina Antonio, Lhardy Chloé, García-Ortega Héctor, Gracia-Mora Jesús, Marín-Becerra Armando. (2023). GALIO Gaming: Aprendizaje lúdico de Química inorgánica y Orgánica Parte 1: Desarrollo de un proyecto lúdico-didáctico en la Facultad de Química de la UNAM. *Educación Química*, 34(2), 108-138.  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.83704>
50. Reina Antonio, García-Ortega Héctor, Gracia-Mora Jesús, Marín-Becerra Armando, Reina Miguel. (2022, marzo) Compuestos y moléculas: Aprender a distinguirlas a través de un juego educativo.
51. García-Ortega Héctor, Lhardy Chloé, Gracia-Mora Jesús, Marín-Becerra Armando, Reina Miguel, Reina Antonio (2022, mayo). MET-Organic: Un juego de cartas multinivel para promover el aprendizaje de la nomenclatura de la química orgánica.
52. Chloé Lhardy, García-Ortega Héctor, Gracia-Mora Jesús, Marín-Becerra Armando, Reina Antonio, Reina Miguel. (2022, septiembre) Unit Kemps: Un juego de cartas para aprender cantidades físicas, unidades y símbolos.
53. Miguel-Gómez Jesús E., Salazar Dennise, Reina Miguel. (2023, mayo) ¡Dominó de fuerzas intermoleculares! Un juego para ayudar a los estudiantes en su revisión de las fuerzas intermoleculares.
54. Guenrij T. Claire T. (2019, junio). Dmitri Mendeleev y la Ley Periódica de los Elementos. UNESCO. <https://es.unesco.org/courier/junio-1971/dmitri-mendeleev-y-ley-periodica-elementos>
55. Moreno, V, et al. (2022, septiembre) Biografía de Dmitri Mendeléiev  
<https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/6409/Dmitri%20Mendeleiev%20-%20Dmitri%20Mendeleiev>
56. Amigo Energy. (2022, junio). La Lotería Mexicana: Una breve historia de un juego famoso. <https://amigoenergy.com/blog/es/la-loteria-mexicana-una-breve-historia-de-un-juego-famoso/>
57. Saavedra, T. A. (2022). Historia del juego de la lotería mexicana y los 54 versos para cantarla. México Desconocido.

- <https://www.mexicodesconocido.com.mx/historia-del-juego-de-la-loteria-y-los-54-versos-para-cantarla.html>
58. Libertad, G. (2007, enero-junio). Coplas de la lotería en México. Revista de Literaturas Populatas.  
<http://www.rlp.culturaspopulares.org/textcit.php?textdisplay=387>
59. Pereyra, J. (2016, abril). Muy Interesante.es. Obtenido de 6 cosas que no sabias sobre el hidrogeno. <https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/6-cosas-que-no-sabias-sobre-el-hidrogeno-631460462498>
60. Rol, R. (2020, junio) Datos y curiosidades sobre el Helio.  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-helio.html>
61. Hóc, P. T. H. (2021, febrero). Datos interesantes sobre el litio | Lo interesante de los elementos químicos.  
<https://es.chemicalequationbalance.com/interesting-things-about-interesting-facts-about-lithium-34>
62. Rol, R. (2019, julio) Datos sobre el berilio.  
<https://www.rolscience.net/2019/07/datos-sobre-el-berilio.html>
63. Rol, R. (2019, octubre) Datos y curiosidades sobre el boro.  
<https://www.rolscience.net/2019/10/datos-y-curiosidades-sobre-el-boro.html>
64. Alonso Rodríguez, A. J. C. & Cano González, F. A. TRABAJO DATACIÓN CARBONO 14. (2022, diciembre)  
[https://www.dsi.uclm.es/personal/miguelfgraciani/mikicurri/docencia/bioinformatica/web\\_bio/Documentacion/Trabajos/Carbono%2014/Carbono\\_14.pdf](https://www.dsi.uclm.es/personal/miguelfgraciani/mikicurri/docencia/bioinformatica/web_bio/Documentacion/Trabajos/Carbono%2014/Carbono_14.pdf)
65. Significados. (2023). Nitrógeno. Significados.  
<https://www.significados.com/nitrogeno/#:~:text=La%20palabra%20nitr%C3%B3geno%20es%20de,Chaptal%20en%20el%20a%C3%B1o%201790>
66. Oxígeno (O) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/o.htm>
67. Rodríguez, H. (2022, agosto). Oxígeno (O). Propiedades químicas del elemento de la tabla periódica. (2022, diciembre)  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-oxigeno-o\\_18219](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-oxigeno-o_18219)

68. Rodríguez, H. Oxígeno (O): propiedades químicas del elemento de la tabla periódica. (2023, julio)  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-oxigeno-o\\_18219](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-oxigeno-o_18219)
69. Fluor (F) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>
70. Rol, R. (2020, julio). Datos y curiosidades sobre el neón.  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-neon.html>
71. Rol, R. (2019, octubre) Datos sobre el sodio.  
<https://www.rolscience.net/2019/10/datos-sobre-el-sodio.html>
72. Okdiario. (2019, mayo). Curiosidades sobre el sodio. okdiario.com.  
<https://okdiario.com/ciencia/curiosidades-sobre-sodio-2431421>
73. Miyahira, J. (2018). Magnesio, un electrolito algo olvidado. Revista Médica Herediana, 29(2), 67.  
<https://doi.org/10.20453/rmh.v29i2.3344>
74. Bamboo Labs. Magnesium complex.  
<https://bamboolabs.com/products/magnesium-complex>
75. Rol, R. Datos sobre el magnesio.  
<https://www.rolscience.net/2019/05/datos-sobre-el-magnesio.html>
76. Borrego, J. (2021, enero). Datos curiosos y aplicaciones del aluminio como material a lo largo de la historia.  
<https://metalhome.es/datos-aplicaciones-del-aluminio/>
77. Frases, & Frases. (2022). Propiedades del elemento de silicio, Información sobre el elemento silicio.  
<https://www.frases333.com/propiedades-del-elemento-de-silicio-informacion-sobre-el-elemento-silicio/%7D>
78. Rol, R. (2019, noviembre) Datos y curiosidades sobre el silicio.  
<https://www.rolscience.net/2019/11/datos-y-curiosidades-sobre-el-silicio.html>
79. Office of Dietary Supplements - Fósforo.  
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Phosphorus-DatosEnEspanol/>
80. Valverde, M. (2022, 24 noviembre). Lo que no sabías del fósforo: qué es el fósforo y curiosidades. ZS España.



- <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-es-el-fosforo-curiosidades/>
81. OkDiario (2017, mayo). Características del azufre.  
<https://okdiario.com/curiosidades/caracteristicas-del-azufre-779043>
82. Rol, R. (2020, junio) Datos y curiosidades sobre el azufre.  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-azufre.html>
83. Cruz, A. (2020, 9 mayo). La Prensa. Un arma química y desinfectante, diez cosas que quizás no sabías sobre el CLORO.  
<https://www.laprensani.com/2020/05/09/suplemento/la-prensa-domingo/2671869-un-arma-quimica-y-desinfectante-diez-cosas-que-quizas-no-sabias-sobre-el-cloro>
84. Rol, R. (2020, junio) Datos y curiosidades sobre el argón.  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-argon.html>
85. Rodríguez, H. (2022, septiembre) Propiedades del argón (Ar)  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-argon-ar\\_18652](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-argon-ar_18652)
86. YuBrain. I. U. P. (2022, junio). Datos curiosos del elemento potasio.  
<https://www.yubrain.com/ciencia/quimica/potasio-elemento-datos-curiosos/>
87. Calcio (Ca) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ca.htm>
88. C. Latham, M. C. L. (2002). Capítulo 18: Raquitismo y osteomalacia. NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO EN DESARROLLO. (2022, diciembre)  
<https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0m.htm>
89. Rol, R. (2020, junio). Datos y curiosidades sobre el escandio. (2022, diciembre)  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-escandio.html>
90. Recemsa (2014, diciembre). CURIOSIDADES SOBRE EL TITANIO. (2022, diciembre)  
<https://www.elchatarro.com/curiosidades-sobre-el-titanio/>
91. SaleS, Comunicación, AMC. (2019, febrero). El eritronio, la historia del elemento químico que se descubrió en México.  
<https://www.comunicacion.amc.edu.mx/comunicados/el-eritronio-la-historia-del-elemento-quimico-que-se-descubrio-en-mexico>
92. Rol, R. (2019, julio) Datos sobre el cromo.  
<https://www.rolscience.net/2019/07/datos-sobre-el-cromo.html>

93. Hoc, P. T. H. (2021, febrero). Datos interesantes sobre el cromo | Lo interesante de los elementos químicos.  
<https://es.chemicalequationbalance.com/interesting-things-about-interesting-facts-about-chromium-50>
94. Rol, R. (2019, mayo). Datos sobre el manganeso.  
<https://www.rolscience.net/2019/05/datos-sobre-el-manganeso.html>
95. Mecanus. (2022, febrero). Curiosidades del Hierro.  
<https://mecanus.com/curiosidades-del-hierro/>
96. Quimica. Cobalto.  
<https://www.quimica.es/enciclopedia/Cobalto.html>
97. Codam S.A. (2020, Septiembre). 7 curiosidades del cobalto.  
<https://codam.com.ar/2020/07/27/7-curiosidades-del-cobalto/>
98. Flores, O. M. (2022, enero). Níquel. Minería En Línea. (2022, diciembre)  
<https://mineriaenlinea.com/metales/niquel/>
99. Maye, C. (2017, abril). Curiosidades del Cobre.  
[https://www.academia.edu/32668889/Curiosidades\\_del\\_Cobre](https://www.academia.edu/32668889/Curiosidades_del_Cobre)
100. Rodríguez, C. (2019, febrero). Te contamos algunos datos curiosos del COBRE. Callejon Rodriguez. (2023, enero) <https://callejonrodriguez.com.mx/blog-del-cobre/f/te-contamos-algunos-datos-curiosos-del-cobre>
101. Kääriäinen, O. (2021, enero). 5 fun facts about zinc that you didn't know. Aava Labs. (2023, enero)  
[https://aavalabs.com/blogs/news/5-fun-facts-about-zinc-that-you-didnt-know?logged\\_in\\_customer\\_id=](https://aavalabs.com/blogs/news/5-fun-facts-about-zinc-that-you-didnt-know?logged_in_customer_id=)
102. Lenntech. Galio (Ga) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2022, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ga.htm>
103. Rol, R. (2020, junio). Datos y curiosidades sobre el galio. ROLscience. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-galio.html>
104. Univision. (2018, abril) Características del germanio. (2023, enero)  
<https://www.univision.com/explora/caracteristicas-del-germanio>

105. GERMANIO. Un poco más sobre la tabla periodica. (2023, enero)  
<http://unpocomassobrelatablaperiodica.blogspot.com/p/germanio.html>
106. Rol, R. (2020, junio). Datos y curiosidades sobre el arsénico. ROLscience. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-arsenico.html>
107. Arsénico. (2022, diciembre). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
108. Rol, R. (2019, noviembre). Datos y curiosidades sobre el selenio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/11/datos-y-curiosidades-sobre-el-selenio.html>
109. Selenio (Se) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/se.htm>
110. Rol, R. (2019, diciembre). Datos y curiosidades sobre el bromo. ROLscience. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/12/datos-y-curiosidades-sobre-el-bromo.html>
111. Bromo (Br) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (s. f.). Lenntech. <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/br.htm>
112. Rol, R. (2020d, junio 24). Datos y curiosidades sobre el criptón. ROLscience. Recuperado 9 de enero de 2023, de  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-cripton.html>
113. Silva, J. QueCuriosidades. (2018, noviembre). Características del criptón o kriptón. (2023, enero)  
<https://quecuriosidades.com/cripton-kripton-caracteristicas/>
114. Silva, J. QueCuriosidades. (2018, noviembre). Características del Rubidio. (2023, enero)  
<https://quecuriosidades.com/rubidio-caracteristicas/>
115. Leentech. Rubidio (Rb) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/rb.htm>

116. Rol, R. ROLscience. (2020, enero). Datos y curiosidades sobre el rubidio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/01/datos-y-curiosidades-sobre-el-rubidio.html>
117. Ricardo, R. (2020, septiembre). ¿Qué es el estroncio? – Hechos, usos y efectos secundarios. (2023, enero)  
<https://estudyando.com/que-es-el-estroncio-hechos-usos-y-efectos-secundarios/>
118. Estroncio. Qumica.es. (2023, enero)  
<https://www.quimica.es/enciclopedia/Estroncio.html>
119. Rol, R. ROLscience. (2019, julio). Datos sobre el estroncio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/07/datos-sobre-el-estroncio.html>
120. Saiz, S., & Torrente, L. (2001). Curiosidades del estroncio y efectos sobre la salud. (2023, enero)  
[http://www.xtec.cat/%7Egjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de\\_bscw\\_bscw.cgi\\_d32876652-1\\_Sr\\_curiosidades.html](http://www.xtec.cat/%7Egjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscw.cgi_d32876652-1_Sr_curiosidades.html)
121. Rol, R. ROLscience. (2019, junio). Datos sobre el molibdeno. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/06/datos-sobre-el-molibdeno.html>
122. MaterialesEcologicos. Molibdeno: propiedades físicas, aplicaciones, características y obtención. (2023, enero)  
<https://materialesecologicos.es/tag/molibdeno/>
123. Molibdenita. (2023, enero)  
<https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41602429/helvia/aula/archivos/repositorio/0/74/html/cristamine/fichas/molibdenita/molibdenita.htm#:~:text=Etimolog%C3%ADa%3A%20Proviene%20de%20la%20palabra,que%20se%20confund%C3%ADa%20el%20molibdeno>
124. Lenntech. Paladio (Pd) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pd.htm>
125. Varela, A. CienciaNet : Paladio : Pd. (2023, enero)  
<http://ciencianet.com/pd.html>
126. Lenntech. Plata (Ag) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)

- <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ag.htm>
127. Medina Hernández P. Mejía Silva M.T. Monografía de la Plata (Ag). (2023, enero)  
<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/pdfs/Monografia%20PLATA.pdf>
128. Rol, R. ROLscience. (2019, noviembre). Datos y curiosidades sobre el cadmio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/11/datos-y-curiosidades-sobre-el-cadmio.html>
129. Rol, R. ROLscience. (2020, junio). Datos y curiosidades sobre el estaño. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-estano.html>
130. Codam S.A. (2019, mayo). 7 curiosidades del estaño.S.A. (2023, enero)  
<https://codam.com.ar/2019/05/15/7-curiosidades-del-estano/>
131. CienciaDeSofa. (2022, enero). TABLA PERIÓDICA | El ESTAÑO, un metal que SE DESHACE CON EL FRÍO [Video]. YouTube. (2023, enero)  
<https://www.youtube.com/watch?v=ma9XbkMzu0U>
132. LENNTECH. Antimonio (Sb) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/sb.htm>
133. Silva, J. QueCuriosidades. (2018, octubre). Características del Antimonio. (2023, enero)  
<https://quecuriosidades.com/antimonio-caracteristicas/>
134. Rol, R. ROLscience (2020, junio). Datos y curiosidades sobre el antimonio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/06/datos-y-curiosidades-sobre-el-antimonio.html>
135. Quimicafacil. (2021, diciembre). Descubrimiento del yodo. (2023, enero)  
<https://quimicafacil.net/infografias/efemerides/descubrimiento-del-yodo/>
136. LENNTECH. Yodo (I) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/i.htm>
137. Rol, R. ROLscience. (2019, octubre). Datos y curiosidades sobre el yodo. (2023, enero)

- <https://www.rolscience.net/2019/10/datos-y-curiosidades-sobre-el-yodo.html>
138. QueCuriosidades. (2018, agosto). Características del Xenón.  
<https://quecuriosidades.com/caracteristicas-xenon/>
139. LENNTECH. Xenon (Xe) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/xen.htm>
140. Rol, R. ROLscience. (2020, enero). Datos y curiosidades sobre el cesio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/01/datos-y-curiosidades-sobre-el-cesio.html>
141. Silva, J. (2018, diciembre). QueCuriosidades. Características del Cesio. (2023, enero)  
<https://quecuriosidades.com/cesio-caracteristicas-usos/>
142. LENNTECH. Cesio (Cs) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cs.htm>
143. LENNTECH. Bario (Ba) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ba.htm>
144. Silva, J. (2018, septiembre). QueCuriosidades. Características del Bario. (2023, enero)  
<https://quecuriosidades.com/bario-caracteristicas/>
145. Rol, R. ROLscience. (2019, junio). Datos sobre el bario. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/06/datos-sobre-el-bario.html>
146. Eagle Alloys. (2022, agosto). Interesting Facts About Tungsten. (2023, enero)  
<https://www.eaglealloys.com/es/interesting-facts-about-tungsten/>
147. Wolframiotungsteno.blogspot. (2013, mayo). El Wolframio. (2023, enero)  
<http://wolframiotungsteno.blogspot.com/2013/05/aplicaciones-y-curiosidades-del.html>
148. LENNTECH. Platino (Pt) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)

- <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pt.htm>
149. Rol, R. ROLscience. (2019, abril). Datos sobre el platino. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2019/04/datos-sobre-el-platino.html>
150. Promdevelop (2022, abril). Platino: historia del descubrimiento de metales, áreas de aplicación, tecnologías mineras. (2023, enero)  
<https://promdevelop.com/es/technologies/platinum/>
151. Muy Interesante. (2021, julio). Cinco cosas que no sabías sobre el oro. (2023, enero)  
<https://www.muyinteresante.es/actualidad/37756.html>
152. LENNTECH. Oro (Au) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/au.htm>
153. Rol, R. ROLscience. (2020, julio). Datos y curiosidades sobre el oro. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/07/datos-y-curiosidades-sobre-el-oro.html>
154. Rol, R. ROLscience. (2020, julio). Datos y curiosidades sobre el mercurio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/07/datos-y-curiosidades-sobre-el-mercurio.html>
155. LENNTECH. Mercurio (Hg) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/hg.html>
156. Global Environment Facility (2015, enero) 5 cosas que no sabias sobre el mercurio. (2023, enero)  
<https://www.thegef.org/newsroom/news/5-cosas-que-no-sabias-sobre-el-mercurio>
157. Muy Interesante. (2016, 17 agosto). El elemento que fascinaba a los antiguos. (2023, enero)  
<https://www.muyinteresante.es/curiosidades/16135.html>
158. LENNTECH. Francio (Fr) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (2023, enero)  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/fr.html>

159. Rol, R. ROLscience. (2020, julio). Datos y curiosidades sobre el francio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/07/datos-y-curiosidades-sobre-el-francio.html>
160. Tabla periodica (2020, junio). Francio uno de los elementos más raros de la naturaleza. (2023, enero), de <https://www.tablaperiodica.org/francio/>
161. Silva, J. QueCuriosidades. (2018, diciembre). Características del Francio. (2023, Enero)  
<https://quecuriosidades.com/francio-caracteristicas-usos/>
162. LENNTECH, Radio (Ra) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.  
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ra.html>
163. Rol, R. ROLscience, (2020, julio). Datos y curiosidades sobre el radio. (2023, enero)  
<https://www.rolscience.net/2020/07/datos-y-curiosidades-sobre-el-radio.html>