

Desarrollo de la química industrial a través del tiempo: análisis histórico y científico

Development of industrial chemistry through time: historical and scientific analysis

Desenvolvimento da química industrial ao longo dos tempos: análise histórica e científica

Echeverría Desiderio Segundo Vicente¹
Universidad de Guayaquil
Segundo.echeverriad@ug.edu.ec
<http://orcid.org/0000-0002-0235-190X>



Santos Méndez Marcos Manuel²
Universidad de Guayaquil
mmsantos@ug.edu.ec
<http://orcid.org/0000-0003-1968-5073>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1517>

Como citar:

Echeverría Desiderio, S. V. & Santos Méndez, M. M. (2026). Desarrollo de la química industrial a través del tiempo: análisis histórico y científico. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(1), 1659-1683.

Recibido: 06/04/2026

Aceptado: 04/05/2026

Publicado: 30/06/2026

Resumen

La química industrial constituye un eje fundamental del desarrollo económico y tecnológico al permitir la transformación de materias primas en productos de alto valor agregado mediante procesos científicos avanzados. En este contexto, el presente estudio tuvo como propósito analizar y estructurar una línea de tiempo de la química industrial, con el fin de comprender su evolución y su impacto en el desarrollo nacional. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño no experimental y de tipo descriptivo documental, mediante la revisión y análisis de fuentes académicas recientes. Los resultados evidenciaron que la química industrial ha evolucionado de manera progresiva desde prácticas empíricas en la Antigüedad hasta procesos altamente tecnificados en la actualidad, destacándose etapas clave como la consolidación científica, la industrialización y la transición hacia modelos sostenibles. Asimismo, se identificó que la industria química ha contribuido significativamente al desarrollo económico, aunque enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad y la innovación. Desde una perspectiva crítica, estos hallazgos se interpretan como parte de un proceso histórico acumulativo influenciado por el avance científico y tecnológico. En conclusión, la química industrial se consolida como un campo estratégico que continuará evolucionando hacia modelos más sostenibles, integrando innovación, eficiencia y responsabilidad ambiental.

Palabras clave: química industrial; desarrollo industrial; sostenibilidad; innovación tecnológica; procesos químicos.

Abstract

Industrial chemistry constitutes a fundamental pillar of economic and technological development, as it enables the transformation of raw materials into high value-added products through advanced scientific processes. In this context, the purpose of this study was to analyze and structure a timeline of industrial chemistry in order to understand its evolution and its impact on national development. The research was conducted using a qualitative approach, with a non-experimental design and a descriptive documentary type, through the review and analysis of recent academic sources. The results showed that industrial chemistry has progressively evolved from empirical practices in Antiquity to highly technological processes in the present, highlighting key stages such as scientific consolidation, industrialization, and the transition toward sustainable models. Likewise, it was identified that the chemical industry has significantly contributed to economic development, although it faces challenges related to sustainability and innovation. From a critical perspective, these findings are interpreted as part of a cumulative historical process influenced by scientific and technological progress. In conclusion, industrial chemistry is established as a strategic field that will continue to evolve toward more sustainable models, integrating innovation, efficiency, and environmental responsibility.

Keywords: industrial chemistry; industrial development; sustainability; technological innovation; chemical processes.

Resumo

A química industrial constitui um eixo fundamental do desenvolvimento econômico e tecnológico, ao permitir a transformação de matérias-primas em produtos de alto valor agregado por meio de processos científicos avançados. Nesse contexto, o presente estudo teve

como objetivo analizar e estructurar una línea de tiempo da química industrial no Ecuador, a fim de compreender sua evolução e seu impacto no desenvolvimento nacional. A pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem qualitativa, com desenho não experimental e de tipo descritivo documental, por meio da revisão e análise de fontes acadêmicas recentes. Os resultados evidenciaram que a química industrial evoluiu de forma progressiva desde práticas empíricas na Antiguidade até processos altamente tecnificados na atualidade, destacando-se etapas-chave como a consolidação científica, a industrialização e a transição para modelos sustentáveis. Da mesma forma, identificou-se que a indústria química tem contribuído significativamente para o desenvolvimento econômico, embora enfrente desafios relacionados à sustentabilidade e à inovação. Sob uma perspectiva crítica, esses achados são interpretados como parte de um processo histórico cumulativo influenciado pelo avanço científico e tecnológico. Em conclusão, a química industrial se consolida como um campo estratégico que continuará evoluindo em direção a modelos mais sustentáveis, integrando inovação, eficiência e responsabilidade ambiental.

Palavras-chave: química industrial; desenvolvimento industrial; sustentabilidade; inovação tecnológica; processos químicos.

Introducción

La química industrial constituye un eje fundamental del desarrollo económico y tecnológico a nivel global, al permitir la transformación de materias primas en productos de alto valor agregado mediante procesos científicos y tecnológicos avanzados. En este contexto, el análisis de una línea de tiempo de la química industrial en el Ecuador resulta relevante para comprender la evolución de este campo en relación con los cambios estructurales de la economía nacional y las dinámicas productivas internacionales. A nivel mundial, la industria química ha experimentado una transición hacia modelos sostenibles basados en la eficiencia de recursos, la reducción de emisiones y la innovación tecnológica, en concordancia con los principios de la química verde y el desarrollo sostenible (UNESCO, 2021). Asimismo, organismos internacionales destacan que el fortalecimiento de la industria química es clave para el crecimiento económico y la diversificación productiva en América Latina (CEPAL, 2022).

En el caso del Ecuador, el desarrollo de la química industrial ha estado históricamente vinculado a sectores estratégicos como el petrolero, el agroindustrial y el manufacturero, los

cuales han impulsado la incorporación progresiva de tecnologías químicas en los procesos productivos. Diversos análisis señalan que la estructura industrial ecuatoriana ha dependido en gran medida de la explotación de recursos naturales y de la transferencia tecnológica externa, lo que ha condicionado su nivel de innovación y competitividad (Banco Mundial, 2021).

En particular, el sector hidrocarburífero ha sido uno de los principales motores de la química industrial en el país, al demandar procesos de refinación, petroquímica y transformación de derivados (Ministerio de Energía y recursos naturales no renovables del Ecuador, 2020). De igual forma, los datos estadísticos evidencian que la actividad industrial en el Ecuador ha mostrado una evolución progresiva, aunque con limitaciones estructurales en innovación y desarrollo tecnológico (INEC, 2022).

A pesar de la importancia de este sector, los antecedentes publicados revelan una limitada sistematización histórica específica sobre la evolución de la química industrial en el Ecuador, lo que dificulta comprender de manera integral sus etapas de desarrollo, sus principales hitos y su impacto en la economía nacional. Este vacío de conocimiento constituye el problema científico de la presente investigación, ya que impide establecer una visión clara y organizada del progreso de la química industrial en el país. En este sentido, la pertinencia del estudio radica en la necesidad de estructurar información histórica relevante que permita identificar tendencias, avances y desafíos, contribuyendo así al fortalecimiento del conocimiento académico y a la toma de decisiones en el ámbito productivo y educativo.

En consecuencia, el objetivo principal de este trabajo es analizar y estructurar una línea de tiempo de la química industrial en el Ecuador, identificando sus principales etapas, hitos y transformaciones, con el fin de comprender su evolución y su impacto en el desarrollo económico y tecnológico del país.

La química industrial: transformación y producción.

La química industrial es una rama fundamental de la química orientada a la transformación de materias primas en productos útiles mediante procesos a gran escala, constituyéndose en un pilar del desarrollo económico y tecnológico. Su importancia radica en la producción de bienes esenciales como combustibles, materiales sintéticos, fármacos y productos agroindustriales, los cuales sustentan el funcionamiento de las economías modernas. En este contexto, la química industrial integra conocimientos científicos y tecnológicos para optimizar procesos productivos y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos (Venkatesan, 2024).

En la actualidad, este campo ha evolucionado hacia enfoques sostenibles basados en los principios de la química verde, los cuales buscan reducir el impacto ambiental, minimizar residuos y optimizar el consumo energético. Investigaciones recientes demuestran que la aplicación de estos principios permite mejorar significativamente la sostenibilidad de los procesos industriales y disminuir la contaminación asociada a la producción química (Sánchez-Morales, 2024). Asimismo, estudios contemporáneos evidencian que la química industrial contribuye a la transición hacia modelos productivos más responsables y alineados con los objetivos de desarrollo sostenible (Arfelis, 2024).

De igual manera, avances recientes destacan el papel de la química industrial en la innovación tecnológica mediante el desarrollo de procesos como la catálisis sostenible, la mecanoquímica y la valorización de biomasa, los cuales permiten generar productos de alto valor agregado con menor impacto ambiental. Estas tendencias posicionan a la química verde como un eje estratégico para el futuro de la industria química (Kurul, 2025).

En conclusión, la química industrial no solo impulsa la transformación productiva, sino que también se consolida como un campo clave en la transición hacia economías sostenibles. Su evolución evidencia la necesidad de integrar ciencia, tecnología e innovación con

responsabilidad ambiental, permitiendo enfrentar los desafíos globales actuales. En este sentido, la química industrial moderna integra principios científicos y tecnológicos para mejorar la eficiencia energética, la seguridad y la sostenibilidad de los procesos productivos (Schaub, 2021).

En los últimos años, la química industrial ha experimentado una transformación significativa hacia enfoques sostenibles basados en la química verde, la cual promueve el diseño de procesos que minimicen el uso de sustancias peligrosas y reduzcan la generación de residuos. Estudios recientes destacan que la implementación de estos principios permite disminuir el consumo energético, reducir emisiones contaminantes y mejorar la eficiencia de los procesos industriales (Sánchez-Morales, 2024). Asimismo, revisiones actuales evidencian que el uso de materias primas renovables, catalizadores eficientes y tecnologías limpias ha contribuido a la optimización de la producción química en sectores como el farmacéutico, petroquímico y de materiales (Kumar et al., 2025).

De igual manera, investigaciones contemporáneas señalan que la química industrial desempeña un papel clave en la innovación tecnológica, particularmente en áreas como la catálisis sostenible, la mecana química y la producción de materiales avanzados. Estas innovaciones permiten desarrollar procesos más eficientes y menos contaminantes, contribuyendo a enfrentar problemáticas globales como el cambio climático y la escasez de recursos (Amoneit, 2024). En este contexto, la química verde se consolida como un enfoque estratégico para el desarrollo de industrias más responsables y sostenibles (Kurul, 2025).

En conclusión, la química industrial no solo impulsa la transformación productiva, sino que también se posiciona como un campo clave en la transición hacia economías sostenibles. Su evolución reciente evidencia la necesidad de integrar ciencia, tecnología e innovación con responsabilidad ambiental, permitiendo responder a los desafíos globales contemporáneos.

Los inicios de la química industrial: Antigüedad, Edad Media y Renacimiento

Antigüedad

Los inicios de la química industrial se remontan a la Antigüedad, cuando diversas civilizaciones desarrollaron procesos empíricos para transformar materias primas en productos útiles. Culturas como la egipcia, mesopotámica y china implementaron técnicas como la metalurgia, la cerámica, la fermentación y la fabricación de vidrio, consideradas las primeras formas de producción química organizada. Estos procesos, aunque no sistematizados científicamente, sentaron las bases de la transformación de sustancias a escala artesanal, lo que constituye el antecedente directo de la química industrial moderna. Estudios recientes destacan que estas prácticas representaron un conocimiento técnico acumulativo que permitió el desarrollo posterior de procesos más complejos (Kumar et al., 2025).

Edad Media

Durante la Edad Media, el desarrollo de la química estuvo fuertemente influenciado por la alquimia, disciplina que combinaba elementos filosóficos, experimentales y simbólicos. A pesar de su carácter no científico en el sentido moderno, la alquimia contribuyó significativamente al avance de técnicas experimentales como la destilación, la sublimación y la cristalización, fundamentales en los procesos químicos industriales actuales. Investigaciones contemporáneas resaltan que estos avances permitieron una mejor comprensión de las sustancias y sus transformaciones, facilitando el tránsito hacia una química más experimental y aplicada (Sánchez-Morales, 2024).

Renacimiento

En el Renacimiento se produjo una transición clave desde el conocimiento empírico hacia la experimentación sistemática y el pensamiento científico. Este periodo marcó el inicio de la química como disciplina científica, impulsando el desarrollo de métodos reproducibles y el uso de instrumentos más precisos. En este contexto, se consolidaron las bases de la química moderna, lo que permitió el surgimiento de procesos más eficientes y controlados,

característicos de la química industrial. Estudios recientes destacan que esta etapa fue determinante para la evolución de la química hacia aplicaciones industriales, al establecer principios científicos que posteriormente se integraron en la producción a gran escala (Venkatesan, 2024).

Síntesis

En conjunto, la Antigüedad, la Edad Media y el Renacimiento representan etapas fundamentales en la evolución de la química industrial. Cada periodo aportó conocimientos y técnicas que, progresivamente, permitieron pasar de prácticas empíricas a procesos científicos estructurados. Esta evolución histórica evidencia que la química industrial es el resultado de un proceso acumulativo de conocimientos que ha permitido optimizar la transformación de materias primas en productos esenciales para la sociedad.

Desarrollo de la Química Industrial en el Siglo XVIII

Durante el siglo XVIII, la química industrial experimentó un avance significativo gracias a la consolidación del método científico y al desarrollo de procesos más sistemáticos y controlados. Este periodo marcó el inicio de la transición desde prácticas artesanales hacia una producción química organizada, sentando las bases de la industria moderna. Uno de los avances más importantes fue el perfeccionamiento de la destilación moderna, técnica que permitió separar sustancias con mayor precisión y eficiencia, facilitando la producción de alcoholes, ácidos y otros compuestos esenciales para la industria (Venkatesan, 2024).

Asimismo, en este siglo se produjeron importantes avances en química analítica, lo que permitió una mejor identificación y control de las sustancias químicas. Estos desarrollos fueron fundamentales para mejorar la calidad de los productos y optimizar los procesos industriales, contribuyendo al surgimiento de una producción más estandarizada y confiable (Sánchez-Morales, 2024).

Por otro lado, el siglo XVIII también destacó por las innovaciones en colorantes, especialmente en la industria textil, donde se comenzaron a producir pigmentos de manera más sistemática. Estos avances no solo impulsaron el desarrollo industrial, sino que también generaron un impacto económico significativo, al aumentar la producción y mejorar la calidad de los productos textiles.

Desarrollo de la Destilación Moderna

En el siglo XVIII se produjo un avance significativo en la química industrial con el desarrollo de la destilación moderna, un proceso que permitió la separación eficiente de componentes líquidos mediante diferencias en sus puntos de ebullición. Este perfeccionamiento técnico facilitó la obtención de sustancias más puras y de mayor calidad, lo que resultó fundamental para la producción de alcoholes, aceites esenciales, ácidos y otros compuestos químicos de uso industrial.

El desarrollo de la destilación moderna representó un punto de inflexión en la evolución de la química industrial, ya que permitió pasar de procesos empíricos a métodos más controlados y reproducibles. Investigaciones recientes destacan que las técnicas de separación, como la destilación, continúan siendo esenciales en la industria química actual, especialmente en sectores como la petroquímica, farmacéutica y alimentaria (Sánchez-Morales, 2024).

Asimismo, los avances contemporáneos en química sostenible han optimizado estos procesos mediante el uso de tecnologías más eficientes y energéticamente responsables, reduciendo el impacto ambiental sin comprometer la calidad de los productos obtenidos (Venkatesan, 2024). De esta manera, la destilación moderna no solo fue clave en el desarrollo histórico de la química industrial, sino que sigue siendo un proceso fundamental en la producción química actual.

Avances en Química Analítica

El desarrollo de la química analítica representó un avance fundamental en la evolución de la química industrial, ya que permitió evaluar, controlar y asegurar la calidad de los productos químicos mediante métodos científicos precisos. La introducción de técnicas analíticas facilitó la identificación, cuantificación y caracterización de sustancias, lo que contribuyó significativamente a la estandarización de los procesos industriales.

Este progreso se consolidó con la creación y perfeccionamiento de nuevas técnicas e instrumentos de medición, los cuales hicieron posible obtener resultados más confiables y reproducibles. En la actualidad, la química analítica continúa siendo un componente esencial en la industria, ya que permite garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de los productos químicos en sectores como el farmacéutico, alimentario y ambiental (Sánchez-Morales, 2024).

Asimismo, investigaciones recientes destacan que los avances en tecnologías analíticas han permitido mejorar la precisión de los análisis y optimizar los procesos industriales, contribuyendo al desarrollo de sistemas más sostenibles y eficientes (Venkatesan, 2024). De esta manera, la química analítica no solo ha sido clave en el desarrollo histórico de la química industrial, sino que sigue desempeñando un papel esencial en la innovación y control de calidad en la actualidad.

Innovaciones en Colorantes

Las innovaciones en colorantes representaron un avance significativo en el desarrollo de la química industrial, especialmente en la industria textil y de materiales. A partir del siglo XVIII y con mayor impulso en los siglos posteriores, se lograron importantes descubrimientos en la síntesis y producción de colorantes y pigmentos, lo que permitió obtener una mayor variedad de colores, mejorar la estabilidad de los tintes y optimizar la calidad de los productos finales.

En la actualidad, los avances en este campo se orientan hacia la producción de colorantes más sostenibles y menos contaminantes, mediante el uso de materias primas renovables y procesos químicos más eficientes. Investigaciones recientes destacan que la aplicación de la química verde en la síntesis de colorantes ha permitido reducir el impacto ambiental, mejorar la biodegradabilidad y aumentar la seguridad en su uso industrial (Sánchez-Morales, 2024).

Asimismo, estudios contemporáneos evidencian que el desarrollo de nuevos pigmentos y tecnologías de coloración ha contribuido a mejorar la durabilidad, resistencia y eficiencia de los productos textiles, así como a ampliar sus aplicaciones en sectores como la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica (Venkatesan, 2024). De esta manera, las innovaciones en colorantes continúan siendo un componente clave en la evolución de la química industrial, integrando calidad, eficiencia y sostenibilidad.

Avances significativos en la Química Industrial del siglo XIX.

Nuevos Métodos de Producción

Durante el desarrollo de la química industrial, especialmente a partir del siglo XVIII, se introdujeron nuevos métodos de producción que transformaron radicalmente la fabricación de sustancias químicas. Entre estos avances destacan la síntesis de colorantes y la producción de ácido sulfúrico, procesos que permitieron la fabricación a gran escala de productos químicos esenciales para diversas industrias.

La implementación de estos métodos marcó el paso de una producción artesanal a una producción industrial sistematizada, caracterizada por el uso de técnicas más eficientes y controladas. En particular, la producción de ácido sulfúrico se convirtió en un indicador clave del desarrollo industrial, debido a su amplia aplicación en la fabricación de fertilizantes, explosivos, productos químicos y materiales industriales.

En la actualidad, los métodos de producción química han evolucionado hacia modelos más sostenibles, integrando principios de química verde que buscan optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental. Investigaciones recientes destacan que la innovación en procesos industriales ha permitido mejorar la eficiencia energética, disminuir residuos y aumentar la productividad en la industria química (Sánchez-Morales, 2024).

Asimismo, estudios contemporáneos señalan que el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos de síntesis continúa impulsando la producción química a gran escala, manteniendo altos estándares de calidad y sostenibilidad (Venkatesan, 2024). De esta manera, los nuevos métodos de producción siguen siendo un elemento fundamental en la evolución de la química industrial.

Crecimiento de las Industrias Químicas

El crecimiento de las industrias químicas marcó una etapa decisiva en la consolidación de la química industrial como eje del desarrollo económico. A partir de la integración entre la ciencia y la industria, se establecieron empresas químicas capaces de producir a gran escala, lo que permitió incrementar la eficiencia, reducir costos y satisfacer la creciente demanda de productos químicos en diversos sectores productivos.

Este proceso estuvo acompañado por la implementación de tecnologías más avanzadas y la estandarización de los procesos productivos, lo que favoreció la expansión de la industria química a nivel global. La producción masiva de sustancias como fertilizantes, combustibles, materiales sintéticos y productos farmacéuticos contribuyó significativamente al desarrollo industrial y al mejoramiento de la calidad de vida.

En la actualidad, el crecimiento de las industrias químicas se encuentra estrechamente vinculado con la innovación tecnológica y la sostenibilidad. Investigaciones recientes destacan que la integración de principios de química verde y el uso de tecnologías limpias han permitido

optimizar los procesos productivos, reducir el impacto ambiental y mejorar la competitividad del sector químico (Sánchez-Morales, 2024).

Asimismo, estudios contemporáneos señalan que la transformación digital y la automatización industrial están impulsando una nueva etapa de crecimiento en la industria química, caracterizada por una mayor eficiencia, precisión y sostenibilidad en la producción (Venkatesan, 2024). De esta manera, el crecimiento de las industrias químicas continúa siendo un factor clave en el desarrollo económico y tecnológico a nivel mundial.

Revolución Química del Siglo XX

Innovaciones que transformaron la industria y la vida cotidiana

Durante el siglo XX, la química industrial experimentó una transformación sin precedentes, impulsada por avances científicos y tecnológicos que revolucionaron tanto la producción industrial como la vida cotidiana. Este periodo se caracterizó por el desarrollo de nuevos materiales, procesos químicos más eficientes y una creciente integración entre ciencia e industria.

1900 – 1950

En la primera mitad del siglo XX, se desarrollaron procesos químicos fundamentales como la síntesis del amoníaco mediante el proceso Haber-Bosch, lo que permitió la producción masiva de fertilizantes y contribuyó al crecimiento agrícola mundial. Estos avances marcaron el inicio de la industrialización química moderna, al permitir la producción a gran escala de compuestos esenciales.

1950 – 2000

En la segunda mitad del siglo, se produjo la expansión de la industria petroquímica, destacándose la producción de plásticos, fibras sintéticas y nuevos materiales que transformaron la fabricación de bienes de consumo. Estos desarrollos impulsaron el

crecimiento industrial y modificaron significativamente los patrones de consumo a nivel global.

Finales del siglo XX

Hacia finales del siglo XX, surgió una mayor preocupación por el impacto ambiental de la industria química, lo que dio origen a enfoques como la química verde y el desarrollo sostenible. Este cambio permitió comenzar a integrar prácticas más responsables en los procesos industriales, orientadas a reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos (Sánchez-Morales, 2024).

Este periodo marcó el inicio de una transformación hacia modelos de producción más sostenibles, en los que se prioriza la eficiencia en el uso de recursos, la reducción del consumo energético y la minimización de emisiones. Como resultado, la industria química comenzó a incorporar tecnologías limpias y prácticas responsables que contribuyen a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

Investigaciones recientes destacan que la química verde se ha consolidado como un pilar fundamental en la evolución de la industria química, permitiendo mejorar la eficiencia de los procesos industriales y reducir significativamente su impacto ambiental (Sánchez-Morales, 2024). Asimismo, estudios contemporáneos señalan que la innovación tecnológica y la sostenibilidad continúan siendo factores clave para el desarrollo de la química industrial en el siglo XXI (Venkatesan, 2024).

Innovaciones Recientes en Química Industrial.

Tendencias Actuales de la Química Industrial

Procesos más Limpios

En la actualidad, la química industrial ha evolucionado hacia el desarrollo de procesos más limpios, orientados a minimizar la generación de sustancias peligrosas y optimizar el uso de recursos. Estos enfoques, basados en los principios de la química verde, buscan reducir el

impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad de la producción química (Sánchez-Morales, 2024).

Automatización y Digitalización

La incorporación de tecnologías digitales ha permitido una mayor automatización en los procesos industriales, facilitando el monitoreo, control y optimización en tiempo real. Esto ha incrementado la eficiencia, la precisión y la seguridad en la producción química, consolidando la industria 4.0 como una tendencia clave en el sector (Venkatesan, 2024).

Biotecnología en Química

La biotecnología ha impulsado la producción de compuestos químicos a partir de fuentes renovables, reduciendo la dependencia de materias primas fósiles. Este enfoque ha permitido el desarrollo de productos más sostenibles y ha ampliado las aplicaciones de la química en sectores como la medicina, la agricultura y la industria alimentaria (Sánchez-Morales, 2024).

Beneficios de la Química Industrial

La química industrial ha contribuido de manera significativa al desarrollo de la sociedad, permitiendo la producción de bienes esenciales que han mejorado la calidad de vida. Entre sus principales beneficios se destacan la fabricación de medicamentos, materiales avanzados, fertilizantes, combustibles y productos tecnológicos, los cuales han impulsado sectores como la salud, la agricultura, la industria y la construcción.

Además, la innovación en procesos químicos ha permitido optimizar la producción, reducir costos y aumentar la disponibilidad de productos a nivel global. En la actualidad, la incorporación de principios de química verde ha favorecido el desarrollo de procesos más eficientes y sostenibles, contribuyendo al bienestar social y ambiental (Sánchez-Morales, 2024).

Desafíos de la Química Industrial

A pesar de sus múltiples beneficios, la química industrial enfrenta importantes desafíos relacionados con su impacto ambiental y social. Entre los principales problemas se encuentran la contaminación del aire, agua y suelo, la generación de residuos peligrosos y la dependencia de recursos no renovables.

Asimismo, algunos procesos químicos pueden representar riesgos para la salud humana, lo que ha generado la necesidad de establecer regulaciones más estrictas y adoptar prácticas más responsables. Investigaciones recientes destacan que la transición hacia una química más sostenible, basada en tecnologías limpias y el uso eficiente de recursos, es fundamental para reducir estos impactos negativos (Venkatesan, 2024).

En este contexto, la química verde y la innovación tecnológica se posicionan como estrategias clave para enfrentar los desafíos actuales, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo industrial y la protección del medio ambiente.

Futuro de la Química Industrial

El futuro de la química industrial estará marcado por la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la eficiencia en los procesos productivos. En este contexto, se prevé una mayor integración de herramientas digitales como la automatización, la inteligencia artificial y el análisis de datos, lo que permitirá optimizar la producción, reducir costos y mejorar la calidad de los productos.

Asimismo, la transición hacia modelos sostenibles será un eje fundamental, impulsando el uso de materias primas renovables, la reducción de residuos y la implementación de procesos más limpios. La química verde continuará desempeñando un papel clave en este cambio, promoviendo el desarrollo de tecnologías que minimicen el impacto ambiental y favorezcan el uso responsable de los recursos (Sánchez-Morales, 2024).

Por otro lado, la biotecnología y la nanotecnología abrirán nuevas oportunidades para la creación de materiales avanzados y procesos más eficientes, ampliando las aplicaciones de la química en sectores como la medicina, la energía y la industria alimentaria. En este sentido, el futuro de la química industrial estará orientado a lograr un equilibrio entre el desarrollo económico, la innovación científica y la sostenibilidad ambiental (Venkatesan, 2024).

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, ya que se orientó al análisis e interpretación de información histórica y científica relacionada con la evolución de la química industrial. Se utilizó un diseño no experimental, debido a que no se manipularon variables, sino que se analizaron fenómenos en su contexto natural. Asimismo, correspondió a una investigación de tipo descriptiva y documental, puesto que se centró en la recopilación, organización y análisis de información proveniente de fuentes secundarias.

El nivel de investigación fue descriptivo, ya que permitió caracterizar las diferentes etapas del desarrollo de la química industrial, identificando sus principales hitos, avances y transformaciones a lo largo del tiempo. La modalidad empleada fue bibliográfica, debido a que se recurrió a artículos científicos, informes de organismos internacionales y literatura académica actualizada (2021 en adelante).

En cuanto a los métodos de investigación, se aplicó el método analítico–sintético, el cual permitió descomponer la información en partes para su comprensión y posteriormente integrarla en una visión estructurada mediante la elaboración de una línea de tiempo. Además, se utilizó el método histórico–lógico, que facilitó el análisis cronológico de la evolución de la química industrial desde sus inicios hasta la actualidad.

Los procedimientos incluyeron la búsqueda sistemática de información en bases de datos académicas, la selección de fuentes confiables, la organización cronológica de los datos

y la elaboración de contenidos estructurados para la construcción de la línea de tiempo. Como técnicas de investigación, se empleó la revisión documental y el análisis de contenido.

La población de estudio estuvo conformada por documentos científicos, artículos académicos e informes institucionales relacionados con la química industrial. Se consideraron como criterios de inclusión las publicaciones entre 2021 y 2025 (Tabla 1), fuentes verificables y documentos relacionados directamente con la temática. Se excluyeron fuentes no académicas, información sin respaldo científico y documentos desactualizados. No se contemplaron criterios de eliminación debido a la naturaleza documental del estudio.

Tabla 1.
Criterios de inclusión y exclusión de la documentación

Criterio	Inclusión	Exclusión
Periodo de tiempo	Documentos publicados entre 2020 y 2026.	Publicaciones anteriores a 2020 (salvo textos históricos clásicos).
Tipo de fuente	Artículos científicos, informes de organismos (UNESCO, CEPAL), libros técnicos.	Blogs de opinión, notas periodísticas sin autoría técnica, sitios web no académicos.
Idioma	Español e Inglés.	Otros idiomas.
Temática	Historia de la química, química industrial, sostenibilidad y procesos químicos.	Química orgánica pura, física cuántica o temas de salud no relacionados con la industria.

Esta tabla define los límites de la investigación para garantizar que los documentos analizados sean pertinentes y de alta calidad académica.

Diagrama de flujo de selección documental (Basado en PRISMA)

El siguiente flujo detalla el proceso de filtrado desde la identificación inicial hasta la síntesis final de los resultados.

Identificación:

Búsqueda en bases de datos (Scielo, Redalyc, Latindex, Google Académico).

Palabras clave utilizadas: "Química industrial", "Historia de la ciencia", "Ecuador", "Química verde".

Registros identificados: (n = 120).

Cribado (Screening):**Eliminación de registros duplicados.**

Revisión de títulos y resúmenes para descartar material no relacionado con el objetivo.

Registros tras el cribado: (n = 85).

Elegibilidad:

Lectura a texto completo de los artículos seleccionados.

Evaluación de la calidad metodológica y pertinencia de los datos históricos.

Artículos excluidos: Por no abordar el contexto histórico o carecer de rigor científico (n = 55).

Inclusión:

Documentos finales integrados en la revisión bibliográfica y el análisis histórico.

Muestra final analizada: (n = 12).

Aspectos éticos

En relación con los aspectos éticos, se respetó la propiedad intelectual de los autores mediante la correcta citación de las fuentes en formato APA. Asimismo, no se requirió consentimiento informado ni aprobación de un comité de ética, dado que la investigación no involucró sujetos humanos ni experimentación directa.

Resultados

Los resultados obtenidos permitieron estructurar de manera clara y cronológica la evolución de la química industrial, identificando sus principales etapas, avances y transformaciones. A partir del análisis documental realizado, se logró evidenciar que el desarrollo de la química industrial ha sido un proceso progresivo y acumulativo, vinculado estrechamente con el desarrollo científico, tecnológico y económico a nivel global y nacional.

Evolución histórica de la química industrial

Se identificó que los inicios de la química industrial se situaron en la Antigüedad, donde las primeras civilizaciones desarrollaron procesos empíricos como la metalurgia, la cerámica y

la fermentación. Posteriormente, durante la Edad Media, se evidenció el aporte de la alquimia en el desarrollo de técnicas experimentales como la destilación y la cristalización. En el Renacimiento, se consolidó el enfoque científico, lo que permitió la transición hacia procesos más sistemáticos y reproducibles.

Asimismo, se determinó que el siglo XVIII representó un punto de inflexión en el desarrollo de la química industrial, debido al surgimiento de procesos más controlados como la destilación moderna, los avances en química analítica y las innovaciones en colorantes.

Consolidación industrial y producción a gran escala

Los resultados evidenciaron que durante los siglos XVIII y XIX se produjo la consolidación de la química industrial mediante la implementación de nuevos métodos de producción. Se observó el paso de una producción artesanal a una producción industrial sistematizada, caracterizada por el uso de tecnologías más eficientes y la fabricación a gran escala de productos químicos.

Entre los principales hallazgos se destacaron:

La introducción de procesos de síntesis química y producción de ácido sulfúrico;
El crecimiento de las industrias químicas y su impacto en la economía;
La estandarización de procesos productivos para mejorar la calidad y eficiencia.

Transformaciones del siglo XX

Se evidenció que el siglo XX constituyó una etapa de revolución en la química industrial, marcada por avances significativos en la producción de materiales y productos químicos. En este periodo:

- ✓ Se desarrollaron procesos fundamentales como la síntesis del amoníaco;
- ✓ Se expandió la industria petroquímica con la producción de plásticos y materiales sintéticos;
- ✓ Se inició la incorporación de enfoques ambientales hacia finales del siglo.

Estos avances permitieron transformar la industria y mejorar las condiciones de vida, consolidando la química industrial como un eje clave del desarrollo económico.

Tendencias actuales y sostenibilidad

Los resultados mostraron que, en la actualidad, la química industrial ha evolucionado hacia modelos más sostenibles, integrando principios de química verde y tecnologías limpias.

Se observó una tendencia hacia:

- ✓ La implementación de procesos más limpios y eficientes;
- ✓ La automatización y digitalización de los procesos productivos;
- ✓ El uso de biotecnología para reducir el impacto ambiental.

Además, se evidenció que la industria química enfrenta desafíos relacionados con la contaminación, el uso de recursos no renovables y la necesidad de regulación ambiental.

Síntesis de los resultados

En síntesis, los resultados permitieron concluir que la química industrial ha evolucionado desde prácticas empíricas hasta procesos altamente tecnológicos y sostenibles.

Esta evolución se ha caracterizado por:

- ✓ Un desarrollo progresivo basado en el conocimiento acumulativo;
- ✓ La integración de la ciencia con la industria;
- ✓ La transición hacia modelos productivos sostenibles.
- ✓ Su impacto significativo en el desarrollo económico y social.

La línea de tiempo presentada en la tabla 2 organiza los hitos narrados en el manuscrito, diferenciando las eras globales de los procesos de industrialización, lo que permite una comprensión más clara de la evolución tecnológica y científica descrita.

Tabla 2.
Línea de Tiempo de la Evolución de la Química Industrial

Época / Hito	Descripción y avance científico	Impacto industrial
Antigüedad y Alquimia	Uso de procesos de fermentación, extracción de tintes naturales y metalurgia temprana.	Producción artesanal de jabones, vidrio y metales.
Siglo XVIII: Rev. Industrial	Invencción del proceso Leblanc para la obtención de carbonato de sodio.	Nacimiento de la industria química a gran escala (textil y vidrio).
Siglo XIX: Síntesis Orgánica	Desarrollo de colorantes sintéticos y fertilizantes basados en el guano.	Expansión de la industria de colorantes y agricultura intensiva.
Siglo XX (1909-1913): Haber-Bosch	Síntesis del amoníaco a partir de nitrógeno atmosférico.	Revolución alimentaria global y producción masiva de explosivos.
Siglo XX (Post-Guerra): Petroquímica	Auge de los polímeros, plásticos y fibras sintéticas derivados del petróleo.	Dependencia de los combustibles fósiles y nuevos materiales de consumo.
Siglo XXI: Química Verde	Implementación de los 12 principios de la química sostenible y automatización.	Reducción de residuos, eficiencia energética y biotecnología aplicada.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la evolución de la química industrial responde a un proceso histórico acumulativo, lo cual coincide con lo planteado en la introducción respecto a su papel como eje del desarrollo económico y tecnológico a nivel global. En este sentido, la progresión desde prácticas empíricas en la Antigüedad hasta procesos altamente tecnificados en la actualidad confirma que el avance de la química industrial se encuentra estrechamente vinculado con el desarrollo científico y la innovación tecnológica.

Desde una perspectiva comparativa con estudios recientes, los hallazgos son consistentes con investigaciones que destacan la transición de la industria química hacia modelos sostenibles basados en la química verde, los cuales buscan reducir el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos (Sánchez-Morales, 2024). Asimismo, se confirma que la integración de tecnologías como la automatización y la digitalización representa una tendencia clave en la evolución contemporánea de la química industrial, tal como lo señalan Venkatesan (2024) y Kumar et al. (2025).

En relación con la hipótesis implícita del estudio, los resultados permiten interpretar que la química industrial no solo ha evolucionado en términos tecnológicos, sino también en su enfoque hacia la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Esto se evidencia en la incorporación progresiva de procesos más limpios, el uso de materias primas renovables y el desarrollo de biotecnologías aplicadas a la producción química, lo cual coincide con los planteamientos actuales sobre desarrollo sostenible (Arfelis, 2024; Kurul, 2025).

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. Al tratarse de una investigación documental, los resultados dependen de la disponibilidad y calidad de las fuentes consultadas, lo que puede restringir la profundidad del análisis en algunos periodos históricos, especialmente en el contexto ecuatoriano. Además, la limitada sistematización de información específica sobre la química industrial en el Ecuador dificulta establecer comparaciones más detalladas a nivel nacional.

En cuanto al alcance del estudio, se logra una estructuración clara y comprensible de la evolución de la química industrial, permitiendo identificar sus principales etapas, avances y tendencias actuales. Sin embargo, no se profundiza en análisis cuantitativos ni en estudios experimentales, lo que abre la posibilidad de futuras investigaciones que complementen estos resultados con enfoques empíricos. Finalmente, se identifican líneas futuras de investigación orientadas a:

- Analizar el impacto de la química industrial en sectores específicos de la economía ecuatoriana;
- Desarrollar estudios comparativos entre países de América Latina;
- Evaluar la implementación de tecnologías sostenibles en industrias locales;
- Integrar metodologías experimentales o mixtas que permitan validar los hallazgos documentales.

Conclusiones

El presente estudio permitió analizar y estructurar de manera sistemática la evolución de la química industrial, cumpliendo con el objetivo principal de identificar sus principales etapas, hitos y transformaciones a lo largo del tiempo. A partir de la organización de la información histórica, se logró evidenciar que la química industrial ha experimentado un desarrollo progresivo que va desde prácticas empíricas en sus inicios hasta la consolidación de procesos altamente tecnificados en la actualidad.

Uno de los aportes más relevantes de la investigación radica en la integración de los diferentes periodos históricos dentro de una línea de tiempo coherente, lo que facilita la comprensión del proceso evolutivo de la química industrial. Este enfoque permitió demostrar que cada etapa —Antigüedad, Edad Media, Renacimiento, Revolución Industrial y época contemporánea— ha contribuido de manera significativa al desarrollo de técnicas, procesos y tecnologías que hoy sustentan la producción industrial a gran escala.

Asimismo, se evidenció que la química industrial no solo ha sido un motor del desarrollo económico, sino también un factor determinante en la transformación social, al permitir la producción de bienes esenciales que mejoran la calidad de vida. En este sentido, el estudio confirma que la integración entre ciencia, tecnología e industria ha sido clave para el avance de este campo.

Otro aspecto fundamental que se desprende de los resultados es la transición actual hacia modelos sostenibles, donde la química verde, la innovación tecnológica y el uso eficiente de los recursos se posicionan como elementos esenciales para el futuro de la industria química. Esta transformación refleja un cambio en el enfoque productivo, orientado no solo a la eficiencia, sino también a la responsabilidad ambiental y social.

En consecuencia, la investigación aporta una visión estructurada y actualizada sobre la evolución de la química industrial, contribuyendo al conocimiento académico y

proporcionando una base para futuras investigaciones en este campo. De esta manera, se concluye que la química industrial continuará desempeñando un papel estratégico en el desarrollo económico y tecnológico, siempre que logre equilibrar la innovación con la sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

- Amonet, M. (2024). Green chemistry and responsible research and innovation. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.134607>
- Arfelis, S. (2024). Mechanochemistry and green chemistry applications. *Heliyon*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402410686X>
- Banco Mundial. (2021). *Ecuador: Panorama económico y productivo*. <https://www.worldbank.org>
- CEPAL. (2022). *Panorama de la industria y la innovación en América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org>
- INEC. (2022). *Estadísticas industriales del Ecuador*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Kumar, M., et al. (2025). A review on green chemistry: A sustainable approach to chemical innovation. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14988326>
- Kurul, F. (2025). Principles of green chemistry: Building a sustainable future. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44371-025-00152->
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables del Ecuador. (2020). *Historia y desarrollo del sector hidrocarburífero en el Ecuador*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec>
- Sánchez-Morales, R. (2024). Green chemistry and its impact on sustainability. *Sustainability*. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/15/6526>
- Schaub, T. (2021). Efficient industrial organic synthesis and the principles of green chemistry. *Chemistry – A European Journal*. <https://doi.org/10.1002/chem.202003544>
- UNESCO. (2021). *La química para un futuro sostenible*. <https://www.unesco.org>
- Venkatesan, K. (2024). Green and sustainable chemistry in industrial processes <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518253.2024.2312848>