



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título de Magister en
Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología**

**Aplicación de inteligencia artificial en la producción de canciones para fortalecer el aprendizaje de la
nomenclatura inorgánica de los óxidos**

Autor: QF. Henry Paúl Guamán Flores

Tutor: Jorge Andrés Cruz Silva, PhD

Quito, 2025

DEDICATORIA

A Dios, por haber sido mi roca en mis momentos de flaqueza. Gracias por cuidarme, por amarme de manera incondicional y por bendecirme con la familia que tengo. Este trabajo, no sería posible sin las experiencias que me has hecho vivir, y las personas que has puesto en mi camino. Gracias por inspirarme y permitirme alcanzar un logro más. Hoy sé perfectamente, que no quiero ir a ningún lugar, si tu presencia no va conmigo.

A mi madre, con todo mi amor. Gracias por creer en mí, gracias por cada sacrificio silencioso, gracias por estar siempre para mí, y sobre todo, por no dejarme olvidar que fui llamado a hacer grandes cosas. Este logro, también es tuyo.

A mi padre, por su apoyo y sus buenos deseos de verme superándome académicamente. Valoro profundamente cada acto y sacrificio que haces por tu familia.

A mi hermana, quién con un gesto tan simple de conseguirme un pequeño trabajo, encendió una chispa por esta vocación. Gracias por animarme, a pesar de la distancia. Gracias por tu valioso aporte en la traducción del abstract de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por abrirme las puertas y brindarme un espacio de formación dentro de la Facultad de Aprendizaje, Lenguas y Comunicación. Agradezco el gesto de permitirme crecer profesionalmente con ustedes, dentro del programa de Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología. Ha sido una experiencia extraordinaria, que ha fortalecido mis conocimientos, habilidades y mi compromiso con la educación.

Extiendo también mi gratitud, a todos los docentes del programa, que compartieron con generosidad sus conocimientos y experiencias en cada clase. Atesoraré siempre sus enseñanzas y consejos en mi trayectoria profesional.

Finalmente, expreso un agradecimiento especial a mi tutor Jorge Cruz, PhD, por su acompañamiento en el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Máster. Gracias por esa calidez y amabilidad con las que guio mis avances, y por esas valiosas aportaciones, que contribuyeron a enriquecer este proyecto.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Henry Paúl Guamán Flores, C.I 1722258934 autor del trabajo de graduación titulado: "Aplicación de inteligencia artificial en la producción de canciones para fortalecer el aprendizaje de la nomenclatura inorgánica de los óxidos", previa a la obtención del postgrado académico de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología en la FACULTAD DE APRENDIZAJE LENGUAS Y COMUNICACIÓN.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 04 de Diciembre de 2025



QF. Henry Guamán

C.I. 1722258934

Tema: Aplicación de inteligencia artificial en la producción de canciones para fortalecer el aprendizaje de la nomenclatura inorgánica de los óxidos.

Autor:

QF. Henry Paúl Guamán Flores

Tutor:

Jorge Andrés Cruz Silva, PhD

RESUMEN

Las canciones tienen el potencial de convertir el aprendizaje en una experiencia memorable, pues son capaces de evocar emociones, motivar y facilitar la asimilación de diversos contenidos académicos; entre ellos, la química. El presente Trabajo de Fin de Máster, tuvo como objetivo aplicar la inteligencia artificial (IA) en la producción de canciones que incorporan las reglas más relevantes de los tres sistemas de nomenclatura de los óxidos. Cuyos contenidos, se abordan dentro del plan de estudios de primero de Bachillerato General Unificado (BGU). Por otra parte, la metodología adoptó un enfoque cualitativo, con un alcance exploratorio-descriptivo, y un diseño no experimental transversal. Básicamente, esta obra presenta un sólido marco teórico sobre IA generativa de música. Además, detalla la iteración realizada con Deepseek, Copilot y ChatGPT (free); así como, el proceso de composición de dos letras. Una sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y otra sobre los básicos, a través de una colaboración conjunta entre el investigador y los tres modelos de IA. Adicionalmente, presenta los resultados de una evaluación realizada con ChatGPT (pro) con las seis letras generadas, entre las cuales, las de Deepseek se destacaron por su capacidad de adaptar el contenido, originalidad, rima y métrica. Posteriormente, dichas letras fueron musicalizadas en la plataforma de Riffusion al estilo de la música electrónica y con otros parámetros consultados a Deepseek (tonalidad y tempo). Finalmente, estas dos canciones fueron referidas en una guía microcurricular, en la que se ejemplifica, cómo usarlas con dos metodologías activas de aprendizaje en una clase.

PALABRAS CLAVE: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ITERACIÓN, NOMENCLATURA, ÓXIDOS, GUÍA MICROCURRICULAR

Topic: Application of artificial intelligence in songs production for learning strengthening of inorganic oxide nomenclature

Author:

QF. Henry Paúl Guamán Flores

Tutor:

Jorge Andrés Cruz Silva, PhD

ABSTRACT

Songs have the potential to turn learning into a memorable experience since those are capable of evoke emotions, motivating and facilitating the assimilation of many academic subjects, including Chemistry. The present master's degree research aimed to apply artificial intelligence (AI) in songs production which includes the most relevant rules of the three oxide nomenclature systems. Such contents are tackled within the first-year curriculum of the Unified General Baccalaureate (BGU). On the other hand, the methodology was conducted based on a qualitative approach, with an exploratory-descriptive scope, and a non-experimental cross-sectional design. Basically, this research brings up a solid theoretical framework about the generative AI for music. Furthermore, it details the iterations carry out with Deepseek, Copilot, and ChatGPT (free), as well as the two lyrics composition process. The first one deals with the nomenclature of acid oxides and the second one with the basic oxides, through teamwork between the researcher and the three AI models. Additionally, it shows the evaluation results performed with ChatGPT (pro) on the six generated lyrics, among which Deepseek's lyrics was highlighted due to its ability to adapt content, originality, rhyme, and metric. Subsequently, these lyrics were set to music on Riffusion platform in the electronic music style and with other parameters consulted to Deepseek (tonality and tempo). Finally, these two songs were referenced in a micro curricular guide, which exemplifies how to use them with two active learning methodologies in the classroom.

KEYWORDS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ITERATION, NOMENCLATURE, OXIDES, MICRO CURRICULAR GUIDE

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema y Presentación del Tema	1
1.2. Preguntas de Investigación.....	4
1.2.1. Pregunta General	4
1.2.2. Preguntas Específicas	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. Justificación del Estudio.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2 Estado del Arte	8
2.2.1. Inteligencia Artificial.....	8
2.2.2. Inteligencia Artificial Generativa	10
2.2.3. Principales Algoritmos Implicados en IA Generativa	11
2.2.3.1. Redes Neuronales	11
2.2.3.2. Redes Generativas Antagónicas (GAN)	13
2.2.3.3. Transformers.....	13
2.2.3.4. Autoencoders Variacionales (VAE)	13
2.2.3.5. Modelos Markovianos	14
2.2.3.6. Modelos Híbridos.....	14
2.2.4. Generación de Música con IAG	14
2.2.5. Producción Musical con IA	18
2.2.6. Composición de Letras con IA Asistida.....	19
2.2.7. Tecnologías de IAG que Producen Música	20
2.2.7.1. Tecnologías de IAG de Música Instrumental	21
2.2.7.2. Tecnologías de IAG de Melodías, Voz y Letras Personalizadas	23
2.2.8. El Aprendizaje.....	25



2.2.8.1. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje.....	26
2.2.8.2. El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Acompañado con Canciones.....	29
2.2.9 ¿Qué es una Canción?	31
2.2.9.1. Estructura de una Canción	31
2.2.9.2. Composición de Letras	32
2.2.10. Nomenclatura Inorgánica.....	33
2.2.10.1. Tipos de Nomenclatura	35
2.3. Bases Legales	37
3. MARCO METODOLÓGICO	40
3.1. Enfoque de Investigación	40
3.2. Alcance de la Investigación.....	40
3.3. Diseño de la Investigación	41
3.4. Técnicas de Recolección de Datos	41
3.5. Técnicas de Análisis de Datos	42
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	44
4.1 Iteración de los Sistemas de IA y Composición de las Letras	44
4.2. Composición Asistida con la IA Deepseek	53
4.2.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos Metálicos”	53
4.2.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos Ácidos”	60
4.3. Composición Asistida con IA Copilot	64
4.3.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos Metálicos”	64
4.3.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos con Flow”	71
4.4. Composición Asistida con IA ChatGPT (Free)	76
4.4.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos al Ritmo del Metal”	76
4.4.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos con Sabor a Ciencia”	82
4.5. Evaluación de las Canciones y Selección de las Dos Mejores.....	87
4.6. Producción Musical con Riffusion AI	90
4.6.1. Generación y Evaluación de la Letra “Óxidos Ácidos”	90
4.6.2. Generación y Evaluación de la Letra “Óxidos Metálicos”	93
5. PROPUESTA DE GUÍA MICROCURRICULAR	97
5.1. Descripción	97



5.2. Justificación	97
5.3. Diseño	98
5.3.1. Objetivos	98
5.3.1.1. Objetivo Principal.....	98
5.3.1.2. Objetivo Específico.....	98
5.3.2. Fundamentación Teórica.....	98
5.3.3. Metodología	100
5.2.4. Actividades Propuestas	102
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
6.1. Conclusiones.....	106
6.2. Recomendaciones.....	107
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación solicitada a ChatGPT (pro) para valorar las seis canciones.....	89
Tabla 2. Evaluación y apreciación personal del investigador sobre la primera canción	93
Tabla 3. Evaluación y apreciación personal del investigador sobre la segunda canción	96
Tabla 4. Resumen de la nomenclatura de los óxidos metálicos o básicos	99
Tabla 5. Resumen de la nomenclatura de los óxidos no metálicos o ácidos.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Captura de la pantalla de inicio del sistema AIVA.....	21
Figura 2. Captura de la pantalla de inicio del sistema Soundraw AI.....	22
Figura 3. Pantalla de inicio del sistema Soundful AI	22
Figura 4. Captura de la pantalla de inicio del sistema SUNO AI.....	24
Figura 5. Captura de la pantalla de inicio del sistema UDIO AI (versión Beta)	24
Figura 6. Captura de la pantalla de inicio del sistema Riffusion AI	25
Figura 7. Resultados obtenidos tras preguntar a Copilot sobre la nomenclatura de los óxidos	45
Figura 8. Resultados obtenidos tras preguntar a Deepseek sobre la nomenclatura de los óxidos.....	45
Figura 9. Resultados obtenidos tras preguntar a ChatGPT sobre la nomenclatura de los óxidos.....	46
Figura 10. Respuesta de Deepseek sobre música académica.....	48
Figura 11. Dos de los ejemplos proporcionados por Deepseek que son alucinaciones	49
Figura 12. Respuesta de Deepseek al preguntarle sobre Les Luthiers	51
Figura 13. Prompt redactado para especificar el estilo y el género musical que se deseaba adaptar para la composición de la letra (ejemplo con ChatGPT).	52
Figura 14. Prompt usado para la creación de una letra al estilo de AIVICII (ejemplo en Copilot).....	53
Figura 15. Características musicales que Deepseek incorporó en el borrador de la primera letra.....	55
Figura 16. Prompt utilizado para replantear la estructura y especificar las nomenclaturas.....	55
Figura 17. Prompt utilizado para especificar el contenido del coro y los versos.....	56
Figura 18. Prompt redactado al comenzar un nuevo chat en Deepseek.....	58
Figura 19. Resultado del análisis en búsqueda de errores en la primera letra	59
Figura 20. Resultado tras especificarle a Deepseek el error del verso 1	60
Figura 21. Prompt que incorporaba la idea inicial de la estructura de la segunda canción	61
Figura 22. Prompt usado para continuar la composición de la segunda letra en un nuevo chat	62
Figura 23. Prompt que sirvió para especificar lo que se buscaba con los versos 3 y 4.....	63
Figura 24. Estructura que Copilot planteo en respuesta a las ideas solicitadas para la canción.....	65
Figura 25. Prompt más detallado que se usó para indicarle a Copilot como debía ser la letra	66
Figura 26. Prompt empleado para retomar la composición en un tercer chat de Copilot.....	69
Figura 27. Error de Copilot al organizar todas secciones de la letra final en ocho líneas.....	70

Figura 28. Prompt inicial que se le dio a Copilot para empezar con la composición de la segunda letra..	71
Figura 29. Error de Copilot al incorporar una palabra que rime con la línea tres del verso uno	73
Figura 30. Prompt redactado para especificar la estructura de la canción y sus características	77
Figura 31. Prompt para especificar el objetivo de la letra y el público al que estaba destinado	78
Figura 32. Ejemplo de cómo ChatGPT incluyó expresiones argentinas dentro del verso 1 y como adaptó la letra para que pueda ser cantada por una voz de IA	80
Figura 33. Ejemplo de cómo se le especificó a ChatGPT que las versiones compuestas eran las definitivas	81
Figura 34. Prompt inicial utilizado en ChatGPT para empezar la composición de la segunda letra.....	82
Figura 35. Respuesta intuitiva de ChatGPT para editar el verso 2 de la segunda letra	84
Figura 36. Resultado de ChatGPT al pedirle que revise la letra dos sobre los óxidos ácidos	86
Figura 37. Características propuestas por Deepseek para musicalizar la letra "óxidos ácidos"	91
Figura 38. Captura de pantalla de la canción "óxidos ácidos" generada en Riffusion	92
Figura 39. Características propuestas por Deepseek para musicalizar la letra "óxidos metálicos"	94
Figura 40. Captura de pantalla de la canción "óxidos metálicos" generada en Riffusion	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos en Deepseek.....	127
Anexo B. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos no metálicos en Deepseek.....	128
Anexo C. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos en Copilot	130
Anexo D. Letra generada sobre la nomenclatura de los óxidos no metálicos en Copilot	132
Anexo E. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos con ChatGPT free.....	134
Anexo F. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos no metálicos con ChatGPT free.....	136

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del Problema y Presentación del Tema

El déficit de aprendizaje de nomenclatura inorgánica es un problema evidente entre ciertos grupos de estudiantes que cursan la asignatura de química. Esto se debe a la falta de interés o desmotivación que presentan a la hora de abordar un nuevo lenguaje con reglas, excepciones y simbologías que tienen un grado de dificultad considerable para ellos. Pues en cierto modo, les resulta tedioso comprometerse a memorizar mecánicamente todo, fuera del aula, y con pocos hábitos de estudio.

Es importante destacar, que la dificultad de dominar esta temática no solo incide en el rendimiento académico de los estudiantes, sino también, en la posibilidad de llegar a comprender otros contenidos más avanzados. Cuestión que en el año 2008, ya fue evidenciada en la Universidad Autónoma de México (UNAM). Luego de que los docentes de química, se dieran cuenta de que los estudiantes de primer semestre de la carrera de Química Farmacéutica Biológica, no podían seguir el ritmo de la clase de Química General I. Precisamente, por los escasos conocimientos de nomenclatura que tenían (Gómez et al., 2008). Además, cuando el estudio terminó, se destacó que una de las dificultades entorno al aprendizaje de la nomenclatura, tenía que ver con la confusión que ocasionaban sus reglas.

De hecho, esta situación también se evidenció en España. Pues antes del 2015, muchos docentes de química se disputaban sobre la variabilidad de reglas que abundaban entre los libros de texto, y que se usaban como referentes, en la enseñanza de la nomenclatura IUPAC. Por lo cual, para hacer frente a este caos, se fundó la Real Sociedad Española de Química (RSEQ). Cuyos expertos, comenzaron a elaborar una guía definitiva de nomenclatura inorgánica IUPAC. Que en 2016, fue

publicada como un intento de unificar todos los conocimientos básicos, y tener un buen referente que eliminara tales discrepancias.

Mientras tanto, en una tesis publicada por la Universidad Nacional de Colombia durante este mismo año (2016), se destacaba otro problema. Y era que con el modelo didáctico tradicional, el 76% de los estudiantes de un plantel de este país, no lograba alcanzar los resultados de aprendizaje de nomenclatura inorgánica (Cantillo, 2016). Hecho que por cierto, también coincide con otra de las conclusiones del estudio de la UNAM, anteriormente aludido. Puesto que en éste, igualmente se destacó que bajo las metodologías tradicionales, no se lograba un buen proceso de comprensión, y que la memoria sólo funcionaba a corto plazo.

En lo que concierne al Ecuador, esta problemática aún sigue latente en la instrucción de estos contenidos, pues en estudios como el de Maila et al. (2020), se destaca que para la enseñanza de la nomenclatura química, la memorización es la principal estrategia de aprendizaje. Tal como lo manifiestan otros investigadores, y que coinciden, en que bajo estas metodologías los estudiantes solo aprenden a formar mecánicamente los compuestos.

Además, en investigaciones más recientes como la de Chonillo et al. (2024), luego de encuestar a 120 estudiantes de BGU y bachillerato internacional, se apreció que entre los temas más difíciles de comprender en la asignatura de química, están los compuestos inorgánicos, dado que la carga de teoría es excesiva y memorística. Además, por el hecho de que deben aprender fórmulas y diferentes maneras de nombrar a las sustancias con las que nunca van a trabajar en el laboratorio; no entienden la necesidad del tema y no realizan un aprendizaje significativo del mismo (Marcillo, 2022).

Aspectos que por cierto, al sumarse a la falta de interés y desmotivación de los alumnos, complican el proceso de aprendizaje. Pues la mayoría de jóvenes, se limitan a quedarse con lo aprendido en clase y no buscan despejar sus dudas y retroalimentar lo aprendido con otras fuentes; por lo cual, hay

una necesidad de fomentar el uso de recursos tecnológicos, con actividades interactivas y cooperativas (Tacuri, 2020).

En consecuencia, aunque hasta la fecha existen varios trabajos con propuestas innovadoras, aún se enmarca en todos ellos la necesidad de contar con más recursos que permitan mejorar la asimilación de los contenidos impartidos sobre nomenclatura. A fin de poder entrenar y reforzarlos, tanto dentro del aula como fuera de ella. Pero para eso, es imprescindible aprender a generarlos con creatividad, y hoy más que nunca, con la ayuda de las inteligencias artificiales que están a la vanguardia.

Por todo ello, este estudio cobra importancia, pues trata de proporcionar una solución alternativa a esta problemática. Al abordar como se puede usar la IAG para crear canciones con las que se puede enseñar la nomenclatura de uno de estos compuestos (los óxidos). Es así pues, como desde apartado de introducción se presenta el problema de forma general, conjuntamente, con las preguntas y objetivos específicos de esta investigación, y la justificación respectiva. Después, en el segundo apartado de Marco Teórico, se describen los antecedentes de investigación y los conocimientos relevantes dentro de este estudio.

En cambio en la tercera parte, se aborda el marco metodológico en el que se sustenta el proceso investigativo. Por otro lado, la cuarta sección sobre análisis de resultados, compila los datos más relevantes en torno al proceso de iteración con los modelos, la composición de las letras, la selección de las dos mejores composiciones y su musicalización.

Además, en lo que concierne al quinto apartado, se presenta una propuesta en la que se ejemplifica como incorporar estos recursos generados con IA, en una guía microcurricular para desarrollar una clase con metodologías activas de aprendizaje. Finalmente, en la última sección se describen las principales conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

1.2. Preguntas de Investigación

1.2.1. Pregunta General

¿Cuál es la aplicabilidad de inteligencia artificial en la producción de canciones para fortalecer el aprendizaje de la nomenclatura inorgánica de los óxidos?

1.2.2. Preguntas Específicas

- ¿Cuáles son las bases conceptuales de la aplicabilidad de inteligencia artificial en la producción de canciones?
- ¿Cómo realizar iteraciones con Deepseek, Copilot y ChatGPT para generar letras de canciones sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos?
- ¿Cómo componer letras de canciones sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos, a partir de propuestas preliminares de Deepseek, Copilot y ChatGPT?
- ¿Cómo producir canciones con Riffusion a partir de las dos mejores letras sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos?
- ¿Cómo elaborar una guía microcurricular para la enseñanza de la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos con canciones, en base a los contenidos de la unidad cuatro de la asignatura de química para primero de Bachillerato General Unificado?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Aplicar inteligencia artificial en la producción de canciones para fortalecer el aprendizaje de la nomenclatura inorgánica de los óxidos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Describir las bases conceptuales de la aplicabilidad de inteligencia artificial en la producción de canciones.
- Realizar iteraciones con Deepseek, Copilot y ChatGPT para generar letras de canciones sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos.
- Componer letras de canciones sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos, a partir de propuestas preliminares de Deepseek, Copilot y ChatGPT.
- Producir canciones con Riffusion a partir de las dos mejores letras sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos.
- Elaborar una guía microcurricular para la enseñanza de la nomenclatura de óxidos ácidos y básicos con canciones, en base a los contenidos de la unidad cuatro de la asignatura de química para primero de Bachillerato General Unificado.

1.4. Justificación del Estudio

El aprendizaje de la nomenclatura inorgánica se ha enmarcado en una estricta labor memorística durante años. Y aunque se han diseñado estrategias innovadoras para cambiar el modelo tradicional de aprendizaje, aún son necesarios, recursos que permitan retroalimentar mejor los contenidos que se imparten en el aula. Es por ello, que el presente proyecto de investigación, surge no solo para proporcionar materiales didácticos adicionales, sino también, para demostrar cómo es posible usar la Inteligencia artificial en la generación de canciones con letras académicas; que pueden tener el potencial de volver más atractivo el aprendizaje. Debido a los estímulos y emociones, que evocan estas composiciones.

Por otra parte, el desarrollo de éste trabajo resulta conveniente, porque hasta la fecha no existen estudios ecuatorianos similares. Es decir, que esta obra tiene el potencial de establecer un precedente, y a la par, incentivar a futuras investigaciones a que puedan medir mejor el impacto de estas producciones. Dado que este estudio, solo se limitará a describir cómo se pueden generar estos recursos. Para luego ejemplificar la forma en que se podrían incorporar, dentro de la planificación de una guía microcurricular.

Pero no sin antes, proporcionar una sólida base de conocimientos en torno a estas tecnologías, para comprender desde un inicio cómo funcionan. Además de detallar, algunas consideraciones importantes sobre la composición de letras de canciones, para crear, líricas coherentes y atractivas. De manera que los interesados en esta propuesta, puedan tener un buen referente teórico sobre esta temática.

Finalmente, la utilidad de este trabajo radica en el hecho de contribuir positivamente al aprendizaje y el refuerzo de los conocimientos de nomenclatura inorgánica. Además, de ofrecer a los docentes de química, una estrategia innovadora para enriquecer sus clases. Incluso, se espera motivarlos a explorar estas plataformas con los resultados obtenidos, para que puedan aventurarse a crear sus propias composiciones, o diseñar, nuevos proyectos donde los estudiantes puedan participar en la generación de sus propios contenidos. Pero sobre todo, se espera que con ésta obra, se logre promover un aprendizaje más dinámico, inclusivo y amigable.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Actualmente, la inteligencia artificial generativa es una excelente herramienta para crear canciones con contenidos académicos. Sin embargo, esta posibilidad aún parece mantenerse al margen en los trabajos de titulación ecuatorianos, ya que en base a la revisión realizada en los repositorios de postgrado del país, no se logró encontrar trabajos en los que se haya abordado formalmente esta temática, ni mucho menos, con la asignatura de química. Quizá la razón de ello, se deba al surgimiento relativamente nuevo de estas plataformas, como SUNO IA por ejemplo, que alcanzó cierta popularidad a finales del 2023 con su versión beta.

Aunque otra buena causa, bien podría estar relacionada con lo expuesto por Barragán (2023), ya que en su trabajo, él menciona que:

Existe una brecha significativa al comparar el ecosistema de la IA en el Ecuador con los ecosistemas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, y Uruguay; mostrando un incipiente uso, adopción de esta tecnología y la falta de políticas públicas (en Ecuador), que fomenten el aprovechamiento de la IA como medio de desarrollo social, económico y ambiental. (p.23)

No obstante, independientemente de esto, es importante destacar que el uso de canciones en el aprendizaje de química, no es algo reciente. Dado que antes del surgimiento de la inteligencia artificial como facilitador de todo este proceso, ya existían evidencias favorables sobre el uso de estos recursos. Que además, eran composiciones basadas en el ingenio científico y la creatividad de ciertos docentes y estudiantes de química en todo el mundo.

En virtud de ello, se puede mencionar por ejemplo, el estudio presentado en la revista de psicología y educación en 2024, con el título “Exploring the Effects of Music-Based Self-Learning Module

Teaching on Learners' Academic Achievement in Chemistry” por Jhon Burila y Jovy Padilla. Quienes se propusieron el objetivo de determinar, la efectividad que podía tener la música en la enseñanza de un módulo de autoaprendizaje de química inorgánica, con 35 estudiantes de octavo grado. Al final, luego de evaluar los conocimientos adquiridos con las canciones propuestas. Ambos investigadores destacaron, un progreso significativo en el rendimiento académico de sus estudiantes.

Sin embargo, en lo que respecta al contexto ecuatoriano, tampoco se encontraron trabajos de titulación de postgrado, en donde se hayan escrito canciones o creado arreglos musicales para ayudar a entender mejor los contenidos de química. Pues más bien, el uso de canciones como recurso didáctico, ha sido más explorado en otras asignaturas como el inglés, del cual, sí existen trabajos de maestría.

2.2 Estado del Arte

2.2.1. Inteligencia Artificial

El término Inteligencia Artificial (IA), fue introducido en la Conferencia de Darmouth de 1956, por el matemático escocés John Mc Carthy, como "la ciencia e ingeniería necesaria para lograr que los ordenadores piensen y aprendan" (Garrido, 2020). Desde entonces, con los avances de las ciencias informáticas, este concepto se ha materializado mejor. Pues en la actualidad, la IA se destaca como un sistema capaz de razonar y proponer soluciones de una manera muy eficiente.

Por otra parte, para expertos como Sebastián Thurn o D.J. Patil y Jeff Hammerbacher, la IA es considerada como una “ciencia de datos”. Debido a la relevancia que tienen en su adiestramiento, ya que, tras procesar grandes cantidades de información, estos sistemas pueden detectar patrones, proponer mejoras y realizar predicciones. Cuestiones que no solo se limitan a datos como texto, sino también a audio, imágenes y videos. Estos últimos, considerados como datos no estructurados (por su

complejidad), ya que los que son llamados estructurados (texto), engloban valores más sencillos como números, fechas, monedas o direcciones (Rouhiainen, 2018).

Cuando se habla de IA, también es imprescindible mencionar al procesamiento de lenguaje natural (PLN) y el machine learning (ML). El primero, porque tiene ver con los algoritmos que son capaces de consumir datos que sirven de entrada para el entrenamiento de una IA, y que permiten, el entendimiento del lenguaje humano por parte de las máquinas (Alija, 2020). De hecho, es gracias a esta herramienta, que es posible realizar la traducción automática de textos, producir respuestas a preguntas, sintetizar voz, comprender el lenguaje (cómo se usan símbolos para expresar ideas y sentimientos), reconocer el habla y extraer información estructurada a partir de datos legibles (Alastruey, 2021).

Mientras tanto, el ML, traducido como aprendizaje de máquina o aprendizaje automático. Es importante porque se enfoca en el desarrollo de algoritmos que permiten a las máquinas aprender a partir de datos y mejorar su rendimiento con el tiempo, sin ser explícitamente programadas para ello (Rodríguez et al., 2024). Dado que estos algoritmos, son entrenados con diferentes tipos de aprendizaje, ya sea el supervisado, no supervisado y el reforzado (o por recompensa). Que Serrahima de Bedoya (2022), lo explica mejor al destacar que:

El aprendizaje supervisado utiliza aquello que ya ha aprendido en el pasado sobre datos nuevos, para hacer predicciones futuras (como el correo no deseado). En cambio, el aprendizaje no supervisado, no necesita de la existencia previa de datos clasificados, ya que explora relaciones y organizaciones internas ocultas dentro de los datos. A diferencia del aprendizaje reforzado, que aprende a base de prueba y error, qué acciones proporcionan una mayor recompensa.

(p.18)

Bajo estos parámetros, es como se encuentran entrenadas las IA de las redes sociales y los grandes motores de búsqueda como Google. Pero sus aplicaciones, van más allá, pues de acuerdo con Giletta et al., (2020), éstas también abarcan a los diagnósticos médicos, detección de fraude de tarjetas de crédito, análisis del mercado de valores, clasificación de secuencias de ADN, reconocimiento del habla y del lenguaje escrito, juegos y robótica.

Por tanto, las herramientas de PLN y ML, son importantes. Dado que contribuyeron al desarrollo de las denominadas IA tradicionales. Pero con la evolución de los ordenadores, y el desarrollo del ML a deep learning (DL), se lograron más avances como la creación de la IA generativa. Pues se hizo evidente, que los algoritmos de DL, tenían una mayor ventaja sobre las generaciones anteriores de ML, pues éstos, eran capaces de usar conjuntos de datos más grandes para mejorar sus predicciones (Serrahima de Bedoya, 2022). A diferencia del ML, que al tratar de incorporar más datos para mejorar, llegaba al punto de saturarse y detenerse.

2.2.2. Inteligencia Artificial Generativa

La inteligencia artificial generativa (IAG) es un tipo de IA especializada en la creación de contenidos nuevos, y supone un avance respecto a la IA tradicional, que se ha centrado en la toma de decisiones basadas en entradas específicas (Cruz et al., 2024). Es decir, que mientras la IA tradicional se limita a responder en base a reglas fijas. La IAG tiene la capacidad de aprender de grandes cantidades de información, para luego encontrar relaciones, y ser capaz de producir recursos totalmente originales; sin que sean réplicas de las fuentes de su entrenamiento.

Las aplicaciones de estas tecnologías, están ampliamente extendidas en los ámbitos empresariales, académicos y personales, ya que permiten a sus usuarios programar, crear diseños, usarlas en las comunicaciones, informes, contenidos publicitarios o artículos (Muñoz, 2024). Puesto que son, valiosos instrumentos de apoyo a la hora de complementar o potenciar proyectos profesionales, o

incluso, pequeños emprendimientos. Además, a nivel educativo, tienen la posibilidad de propiciar un mejor proceso de enseñanza aprendizaje. Al darle al docente la oportunidad, de crear materiales didácticos más interactivos u obtener sugerencias para mejorar sus clases. Mientras que el estudiante, puede tener la facilidad de acceder a tutorías más personalizadas, con ChatGPT, Deepseek, Gemini, etc.

2.2.3. Principales Algoritmos Implicados en IA Generativa

La funcionalidad de una inteligencia artificial generativa (IAG), se debe al uso de algoritmos de aprendizaje profundo (o *deep learning*), cuya arquitectura, está inspirada en el sistema nervioso central. Pues al igual que las neuronas que lo componen, y que se unen para mandar impulsos (o señales) entre ellas. Estos sistemas están constituidos de neuronas artificiales (o nodos) que se enlazan para formar grandes redes neuronales, que a su vez, se organizan en varias capas.

De acuerdo con Franganillo (2023), los algoritmos de DL, son herramientas importantes porque propician un tipo de aprendizaje automático que imita la forma en que las personas aprenden habilidades, como la predicción de palabras o el reconocimiento de formas. Es decir, optimizan el proceso de análisis e interpretación de datos que procesan.

Ahora bien, es importante entender, que cada IAG es diferente. Dado que sus estructuras neuronales, y los recursos que usan, son específicos para las tareas que ejecutan. Pero en definitiva, entre los principales algoritmos en los que sustentan, vale la pena destacar: las redes neuronales, redes generativas antagónicas (GANs), transformers, autoencoders variacionales (VAE), modelos markovianos y modelos híbridos.

2.2.3.1. Redes Neuronales. Las redes neuronales artificiales (RNA) según Flórez y Fernández (2008), son modelos de cálculo caracterizados por algoritmos muy eficientes que permiten desarrollar tareas cognitivas como el aprendizaje de patrones, clasificación u optimización. Esto, debido a su compleja estructura de redes neuronales organizadas en capas.

La primera capa es la que recibe la información inicial (*prompt*). Después, pasa la información a la siguiente, otro equipo de nodos con habilidades diferentes. Este proceso continúa hasta que la última capa produce la respuesta final o resultado (Cárdenas, 2023). Además, cuando estas redes presentan pocas capas, se denominan “no profundas” o “shallow”, y cuando tienen más capas y una mayor complejidad, se habla de sistemas de “aprendizaje profundo” o “Deep Learning” (González et al., 2024).

Así pues, una arquitectura particular de algoritmos de DL conformada en varias capas intermedias, constituyen a las denominadas redes neuronales recurrentes (RNN). En las cuales, la información viaja desde la capa de entrada hasta la capa de salida con retroalimentación, lo que significa, que las señales se transmiten de vuelta a una neurona o capa anterior de la red (Cuesta et al., 2023). Esto permite, analizar relaciones más complejas, y a la vez, aprender de sucesos previos para predecir lo que sigue (como las notas de un patrón musical por ejemplo).

No obstante, las RNN no son perfectas, ya que suelen tener problemas para recordar información durante un largo periodo de tiempo (desvanecimiento de gradiente). Así que, para solucionar esto, se han desarrollado arquitecturas de LSTM y GRU. Las cuales, destacan por su efectividad al capturar dependencias a largo plazo en datos secuenciales (Salinas, 2024). Es decir, que permiten retener la información de eventos pasados, y así, ayudan a un sistema de IA generativa a recordar.

A más de ello, otro tipo de red que se utiliza con menor frecuencia, es la red neuronal convolucional (CNN). Que es un modelo de DL que aprende directamente de los datos, sin necesidad de extracción manual de características. Una CNN típica consta de una capa de entrada, capas convolucionales, capas de agrupación, capas totalmente conectadas y una de salida (Quirumbay et al., 2022). Estos modelos, se utilizan principalmente para el procesamiento de imágenes.

2.2.3.2. Redes Generativas Antagónicas (GAN). Las redes generativas antagónicas o GAN (por sus siglas en inglés Generative Adversarial Networks), son un modelo cuyo funcionamiento se basa en la competencia de dos redes neuronales, una llamada generadora y otra discriminadora. El generador, es el que intenta engañar al discriminador para que clasifique el contenido generado como real, mientras que el discriminador, intenta identificar los contenidos que no son reales con la mayor precisión posible (Hong et al., 2022).

De hecho, la idea detrás de este método es entrenar dos redes al mismo tiempo, y a medida que una mejora, la otra también debe mejorar para "vencer" a la otra red; esto es lo que las convierte, en "antagónicas" (Carnovalini y Rodà, 2020). Sin embargo, entrenar estos modelos, implica una ardua labor por el problema de colapso de nodos; que normalmente ocurre, cuando el generador se limita a crear un solo tipo de contenido, y deja de producir variedad.

2.2.3.3. Transformers. Los Transformers son una arquitectura de red neuronal, cuya característica distintiva es su sistema de auto-atención, basado en la atención a la propia secuencia (de la Torre, 2023). Es decir, que es un modelo que tiene la capacidad de comprender a toda una secuencia completa, en lugar de hacerlo paso a paso. Esto permite, entender mejor las relaciones entre ciertos elementos, sean estas palabras de una frase o las notas de una melodía.

Estructuralmente, los Transformers poseen un número de codificadores apilados que forman la capa del codificador, un número de decodificadores apilados que forman la capa del decodificador y un montón de capas de atención que forman las atenciones de auto-decodificador y las atenciones de codificador-decodificador (Ramírez, A. y Ramírez, C., 2023).

2.2.3.4. Autoencoders Variacionales (VAE). Es un modelo de aprendizaje no supervisado que mezcla las redes neuronales con distribuciones de probabilidad. Además, consta de tres componentes principales: un codificador, un decodificador y una función de pérdida (Carmona, 2023). En primera

instancia, el codificador toma los aspectos más relevantes de los datos de entrada. Luego, el decodificador toma esa información y trata de reconstruir la versión original. Mientras se apoya en la función de pérdida, que actúa como un juez para decirle al modelo si las recreaciones son buenas o malas. De esta manera, el VAE no solo aprende a comprimir información, sino que también, genera una nueva con las características esenciales de sus fuentes.

2.2.3.5. Modelos Markovianos. Son modelos basados en la propiedad de Markov, que básicamente establece, que se pueden hacer predicciones para el futuro del proceso, basándose únicamente en su estado actual (Godoy, 2023). Por ello, es que según Carnovalini y Rodà (2020), son adecuados para describir melodías, ya que al vincularlas a un generador, estos utilizan un conjunto de notas como estados posibles y calculan las probabilidades de transición entre estas notas, contando las ocurrencias de cada transición en un corpus dado.

2.2.3.6. Modelos Híbridos. Son aquellos que en palabras de Martínez (2024), permiten: Integrar diversas técnicas y algoritmos en tareas como la composición musical asistida por IA, no solo para ampliar las posibilidades creativas, sino también, para afrontar nuevos desafíos en términos de calidad, coherencia y personalización. La elección del algoritmo adecuado y la combinación de enfoques híbridos, se presenta como estrategia clave para aprovechar al máximo el potencial de la IA. (p.23)

2.2.4. Generación de Música con IAG

Una inteligencia artificial generadora de música, es un sistema informático que utiliza algoritmos de aprendizaje profundo para componer piezas musicales de forma autónoma, en base a los gustos o propuestas del usuario. Pues su objetivo, es emular una producción artística humana, al proporcionar grabaciones o audios con una calidad coherente, expresiva y estéticamente atractiva para el oyente.

Para entender cómo funcionan estos sistemas, es importante considerar que según Wang et al. (2022), el proceso implica que el contenido musical sea codificado de forma digital como entrada para el algoritmo, para que luego el algoritmo aprenda, y se entrene para producir diferentes tipos de segmentos musicales, melodías, acordes, audio, transiciones de estilo, etc. Lo cual implica, una secuencia de etapas que van desde la representación musical, el aprendizaje de patrones, y posteriormente la generación de música. Además, de una fase final de evaluación, en la que los ingenieros o especialistas de esta rama, se enfocan en analizar y corregir dichas plataformas.

En este sentido, la etapa de representación, es la forma en como la música es presentada a un computador, ósea en un formato que sea capaz de interpretar. Ya que para las máquinas, un archivo de música es solo un conjunto de datos que necesita entender antes de procesarlos. Por ende, ésta fase implica traducir los principios musicales en líneas de código o convertir los datos musicales en bruto en una representación adecuada, para modelar y aprender patrones musicales (Zhu et al., 2024). Esto último, es clave para que los sistemas de IA, no solo sepan cómo estructurar los acordes o las melodías, sino también, cómo interactúan elementos más abstractos como la armonía, el ritmo y la dinámica musical (Castañeda, 2023).

Esto se logra, con técnicas de machine learning como el aprendizaje por refuerzo, que es útil a la hora de: explorar nuevas combinaciones musicales, mejorar la coherencia de las composiciones y optimizar modelos al hacerlos regirse más a la teoría musical (Kotecha, 2018; Guo et al., 2022). Además, se suelen emplear aprendizajes no supervisados, porque permiten a los sistemas de IA descomponer la música en varios componentes (como notas) para luego juntarlas, y recrear audios originales con buena calidad (Bindi y Esling, 2024; McCallum et al., 2022). Mientras los aprendizajes supervisados, permiten mejorar las tareas de clasificación musical y especializar a un modelo como lo destacan McCallum et al. (2022).

Concomitantemente con esto, la generación musical es una etapa que solo se puede ejecutar, cuando una IA es capaz de entender la música y crear patrones musicales característicos. Pero para que eso suceda, es indispensable un proceso previo de entrenamiento para que al sistema combine acordes, y genere melodías con una estructura coherente, en base a los arreglos de los instrumentos y la voz. Además, el adiestramiento que recibe, también se enfoca en permitirle al sistema entender y cumplir las instrucciones que un usuario puede proporcionar con un prompt. Y de hecho, para captar dichos requerimientos, se recurre al uso de técnicas avanzadas de PLN. Como el LLM (Large Language Model), que en estudios como el de Xu et al. (2024), ha permitido constatar que la generación de música condicionada por texto, permite un mayor control sobre: instrumentos, género, composición, complejidad y otros parámetros (que se desean personalizar).

Además, en cuanto a la forma como trabaja un sistema de IAG de música, es importante mencionar lo expuesto por Wang et al. (2022). Pues según estos expertos, dichos sistemas operan mediante la combinación de:

Un generador de melodías que produce melodías para instrumentos como la batería y el bajo; un generador de composición capaz de generar armonías, melodías principales y contrapunto, entre otros elementos. Un generador de audio que modela la música para generar segmentos de sonido con diferentes instrumentos y estilos (este presenta desafíos, por la complejidad computacional). Además, de la transferencia de estilo que abarca la conversión de timbre, la transformación del estilo de los arreglos, etc., e intenta aplicar un estilo específico (como el de un compositor o un género musical) o un instrumento particular a la composición musical original. (p.6)

Ahora bien, estas tareas son posibles gracias a un conjunto de metodologías que se basan en reglas, cadenas de Markov, aprendizaje profundo y técnicas de computación evolutiva (Herremans

et al., 2017; Carnovalini & Rodà, 2020; Mejía Osorio, 2024; Wang et al., 2022). Cada una, en base al diseño del modelo con el que es concebida.

Así pues, un sistema basado en reglas, se refiere a un modelo no adaptativo que genera música basándose en conocimientos teóricos de la música (Wang et al., 2022). Esto significa, que no requiere datos para mejorar su rendimiento, ya que se limitan a cumplir un conjunto de normas y restricciones establecidas por el desarrollador. Por esta cuestión, estos modelos generan música estructurada y predecible. Además, se enfrentan a la dificultad de mantener un equilibrio entre agregar más reglas para obtener resultados que se ajusten mejor al estilo que se moldea, y dejar menos restricciones para estar más abierto a explorar diferentes estilos musicales (Carnovalini y Rodà, 2020).

En cambio, las cadenas de Markov, son útiles porque capturan la probabilidad de aparición de notas o acordes, así como sus transiciones y la probabilidad condicional de generar un acorde en función de una nota determinada (Wang et al., 2022). Esta cuestión, coincide con su aplicación exitosa en la armonización de progresiones de jazz, aunque también, tienen una tendencia al plagio por repetir ciertos patrones musicales de datos originales, como lo describen Herremans et al., (2017).

Por otro lado, el aprendizaje profundo con las arquitecturas de LSTM, las GAN, Transformers, y otras, también son importantes en la generación de música. Dado que pueden generar nueva música representativa del estilo del conjunto de datos de entrenamiento mediante predicción (por ejemplo, predecir la altura de la siguiente nota en una melodía) o clasificación (por ejemplo, identificar los acordes correspondientes a una melodía) (Wang et al., 2022). Además, en la literatura se menciona a las LSTM para ayudar a mantener la coherencia en piezas extensas y los Transformers por gestionar y capturar relaciones complejas musicales (Pechimuthu et al., 2024). Mientras las GAN, han resultado útiles en la creación de sistemas como Diffsinger para la síntesis de voz al cantar, lo que contribuye al realismo y la expresividad del contenido musical generado (Jajula et al., 2024).

Finalmente, la cuarta metodología que se basa en el uso de algoritmos evolutivos, son un medio innovador y natural para generar ideas musicales a partir de un conjunto de componentes (Wang et al., 2022). Sobre su utilidad, en trabajos como el de Herremans et al. (2017), se destaca su papel en la resolución de problemas de orquestación mediante optimización multiobjetivo (es decir, la mejor combinación de instrumentos), además de colaborar con la armonización, el desarrollo de la melodía y la improvisación en tiempo real.

2.2.5. Producción Musical con IA

Una producción musical es un proceso que va desde la etapa de composición hasta el registro del material, e implica: ensayos, elección de estudios, técnicos, invitados, instrumentos, etc., incluso, aspectos comerciales, nichos de mercado, estética de presentación, entre otros (Soñora, 2015). Además, de una inversión significativa de tiempo y dinero, y el trabajo colaborativo de: managers, productores, cantantes, músicos, ingenieros de sonido, patrocinadores, etc.

De acuerdo con Deruty et al. (2022), la práctica de hacer música ha implicado desde hace mucho tiempo el uso de instrumentos y, en términos más generales, de tecnología. Por ello, es difícil concebir que el desarrollo de ésta, no haya incidido directamente en la forma de generar música. Ya que en los últimos años, con el surgimiento de la IAG, la forma tradicional de producir melodías y canciones, ha cambiado. En el sentido de que ahora, ya es posible crearlas de una forma más personalizada e independiente, es decir, sin la necesidad de pasar por todas las etapas que conlleva una verdadera producción profesional. E Incluso, sin llegar a conocer mucho sobre teoría musical, ni requerir de un estudio profesional de grabación, instrumentos, u otros artilugios más técnicos.

Por ende, el compositor de hoy ya puede componer sin haber pasado por un conservatorio y sin tocar un instrumento. Y el productor musical, puede elaborar fonogramas complejos sin haber pisado un estudio de grabación (Loreto y Pérez, 2024). Sin embargo, el papel de un productor es una cuestión



indiscutible a nivel profesional, ya que la producción musical como práctica creativa, no se limita a la simple captura de sonido, sino a un conjunto de decisiones en el estudio de grabación, basadas en su intuición artística y su experiencia (Juan de Dios, 2016).

Y es por ello, que actualmente el uso de la IAG en la producción musical, se limita a:

Realizar tareas repetitivas y técnicas, como la corrección del tono, la alineación rítmica, la ecualización y masterización, de manera precisa y eficiente. Lo cual, ahorra tiempo y reduce la carga de trabajo para productores, compositores, diseñadores, etc., permitiéndoles enfocarse en aspectos más creativos del proceso de producción (Gómez, 2023, P.13).

2.2.6. Composición de Letras con IA Asistida.

Componer la letra de una canción también es un proceso importante dentro de la producción, y hoy en día, puede realizarse con la ayuda de IA. Pues estos sistemas al estar entrenados en una variedad de letras musicales, son capaces de aprender patrones que les sirven como guías para poder estructurarlas, o incluso, predecir formas de cómo mejorarlas. Todo esto es útil, cuando se generan composiciones completas a partir de una idea principal, o cuando se trata de obtener, ciertas recomendaciones sobre una letra esbozada por un compositor.

Además, esta funcionalidad se debe a técnicas avanzadas de lenguaje natural, basadas en un principio, en modelos de RNN y posteriormente en Transformers. Esto es así, porque Dhandapani et al. (2023) afirma que las investigaciones previas a la generación de letras en el campo de la lingüística computacional, se basó en RNN y GRU. Sin embargo, el uso de las RNN ha sido limitado, precisamente por su dificultad en capturar dependencias a largo plazo, ya que en palabras de Dos et al. (2021):

“Es computacionalmente costoso codificar las relaciones a largo plazo entre las palabras en una oración o entre las oraciones en un documento utilizando RNN. En tareas como la generación de texto, la codificación de estas dependencias es fundamental, y el tiempo de inferencia puede

volverse prohibitivo. En busca de una solución a estas limitaciones, el trabajo pionero de Vaswani et al., dio lugar a la arquitectura de los Transformers. La idea central era destacar los mecanismos de atención, abandonando la recurrencia. Poco después, los Transformers se convirtieron en el modelo base de facto para la mayoría de las aplicaciones de procesamiento de PLN". (p.154)

Por tanto, los Transformers son una de las principales arquitecturas en las que se basan los sistemas de IA que pueden crear letras de canciones como ChatGPT por ejemplo. El cual, como su nombre lo especifica, usa una de las arquitecturas de los Transformers, el GPT. Pero no es el único modelo, ya existe en la literatura informática, estudios que han analizado el potencial de arquitecturas como: GTP-2 (Hu, 2024), BERT combinado con LSTM (Dhandapani et al., 2023) y T5 (Ram et al., 2021).

Es preciso destacar, que las investigaciones continúan dentro desde ámbito, y otras estructuras son difíciles de conocer porque están protegidas por sus patentes. No obstante, la composición de letras con IA, ya es una posibilidad. De hecho, todo se limita a realizar una descripción adecuada de la idea o las características que se desean en el prompt, para que el sistema pueda crear algo atractivo y coherente. Así por ejemplo, en la obra de Newton (2024), se destaca como crear una letra para una canción de K-pop, usando ChatGPT.

2.2.7. Tecnologías de IAG que Producen Música

Las tecnologías de IAG que producen música, son todas aquellas plataformas online o softwares sofisticados, que están programados con inteligencia artificial, y que permiten al usuario crear piezas musicales personalizadas. Es decir, en base a sus preferencias de estilo, voz (masculina o femenina), tipo de instrumentos, estado de ánimo (alegre/triste), y hasta incluso, en cuestiones relacionadas como cambiar la estructura típica de una canción, así como, su velocidad y tonalidad. Lo cual, también permite

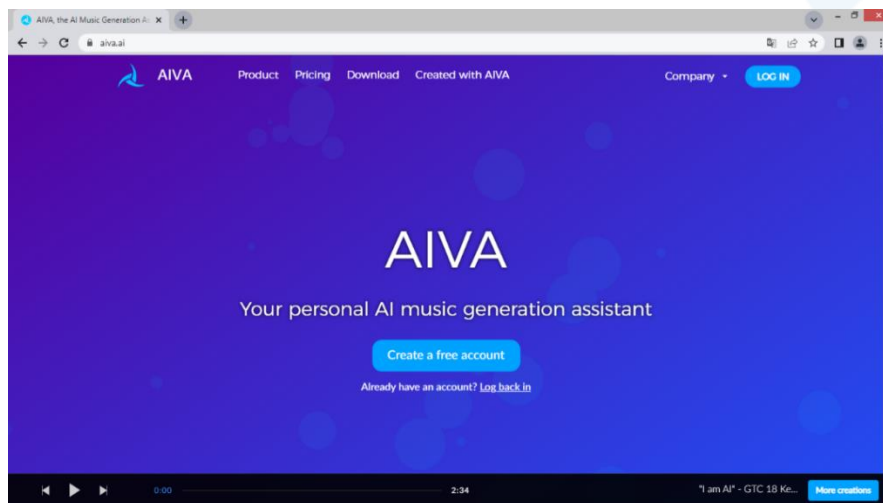
al usuario generar composiciones más acordes al uso para el que estén predestinados, por ejemplo, para fines educativos, comerciales, entre otros.

Además, por el hecho de que estos recursos son generados exclusivamente por sistemas informáticos, no requieren que las personas tengan un conocimiento básico de música. Pues basta con redactar la instrucción (o prompt), para que la plataforma se ponga a trabajar, y genere el contenido musical requerido.

2.2.7.1. Tecnologías de IAG de Música Instrumental. Son sistemas que usan IAG, especializada en la producción de melodías instrumentales (sin voz). Las cuales, pueden ser usadas como fondo musical en: videojuegos, podcasts, comerciales, cortometrajes, etc. Además de pistas, para ayudar a improvisar a cantantes, inspirar compositores, o apoyar a estudiantes de música en la práctica de sus instrumentos, ya que proporcionan, una base sonora con una tonalidad y velocidad que se puede ajustar a sus necesidades. Entre algunas de las plataformas que ofrecen estas funciones, están: AIVA (Artificial Intelligence Virtual Artist), Soundraw, soundful, mubert, loudly, beatoven.ai, entre otras.

Figura 1

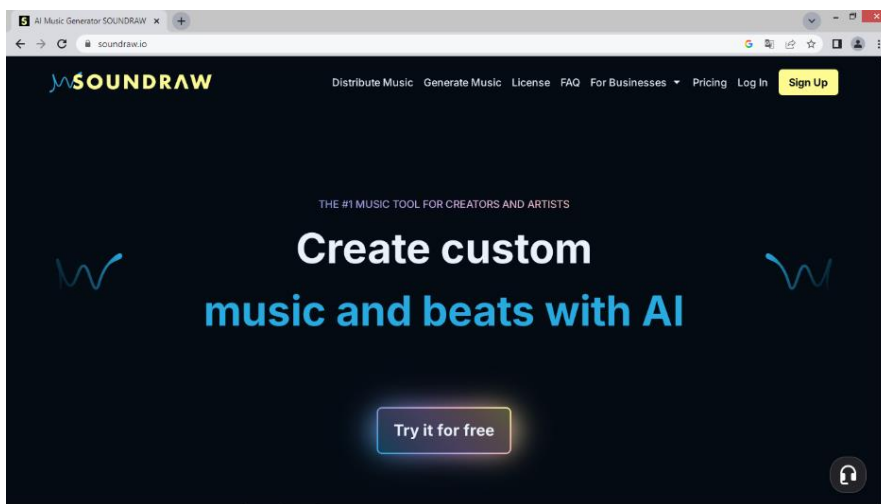
Captura de la pantalla de inicio del sistema AIVA



Fuente: Aiva Technologies SARL (2025)

Figura 2

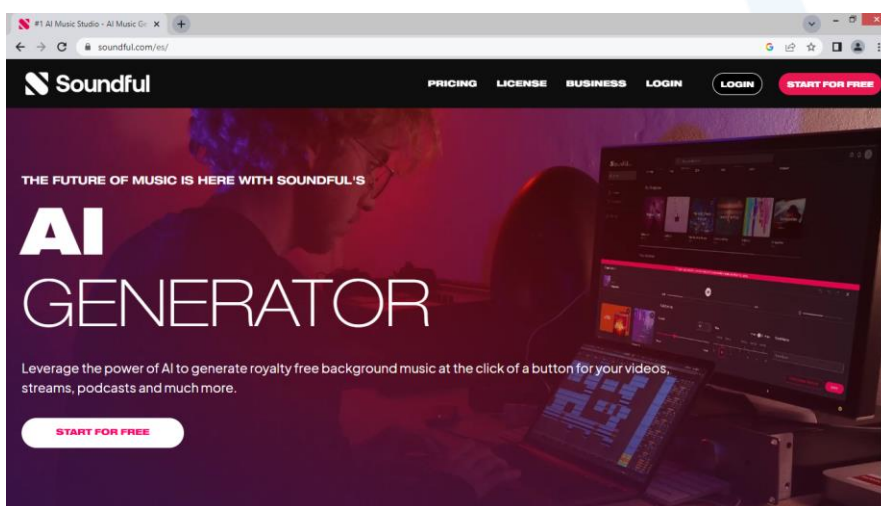
Captura de la pantalla de inicio del sistema Soundraw AI



Fuente: SOUNDRAW, Inc. (2025)

Figura 3

Pantalla de inicio del sistema Soundful AI



Fuente: Soundful (2025)

2.2.7.2. Tecnologías de IAG de Melodías, Voz y Letras Personalizadas. Se trata de sistemas basados en IAG, que producen canciones completas con melodía y voz personalizadas en un estilo específico. Y que además, poseen la capacidad de incorporar una letra creada por el usuario, o una que puede ser generada por IA. Todas estas producciones, pueden emplearse como modelos creativos para compositores, campañas publicitarias, o con fines educativos, al incorporar líricas con contenido académico.

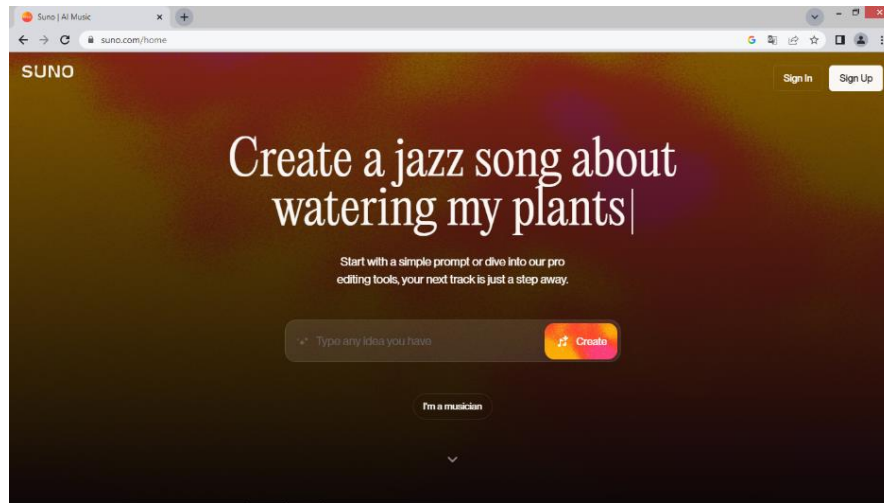
Incluso, se pueden usar en la creación de contenidos audiovisuales, y luego subirse a las redes sin violar los derechos de autor, ya que estas obras, carecen de ello. Lo cual, es un aspecto que ha despertado polémica y debates, debido a la falta de políticas que protejan a los escritores de las letras de estas canciones, o que en el peor de los casos, terminen como propiedad exclusiva de las empresas detrás de éstas IA.

Por otra parte, también existen discrepancias en cuanto al entrenamiento de estas plataformas, ya que se las señala, por estar adiestradas con obras de artistas reconocidos del medio. Por todo ello, es que autores como Elizeche (2024), destacan que es fundamental establecer normativas claras que definan la atribución de derechos de autor y responsabilidades legales en la creación musical por IA, así como mecanismos efectivos para resolver disputas y proteger los intereses de todas las partes involucradas.

En fin, entre las plataformas que tienen esta facultad, se pueden mencionar a: SUNO IA, UDIO IA, Mureka IA, AIMUSIC, Riffusion AI, Loudme, TadiA, entre otras. Que, además, tienen incorporada la función de generar pistas instrumentales.

Figura 4

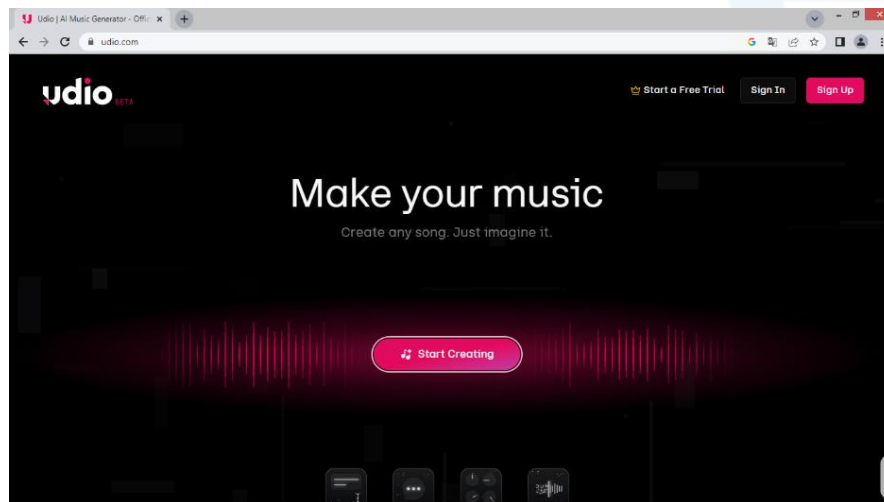
Captura de la pantalla de inicio del sistema SUNO AI



Fuente: Suno, INC. (2025)

Figura 5

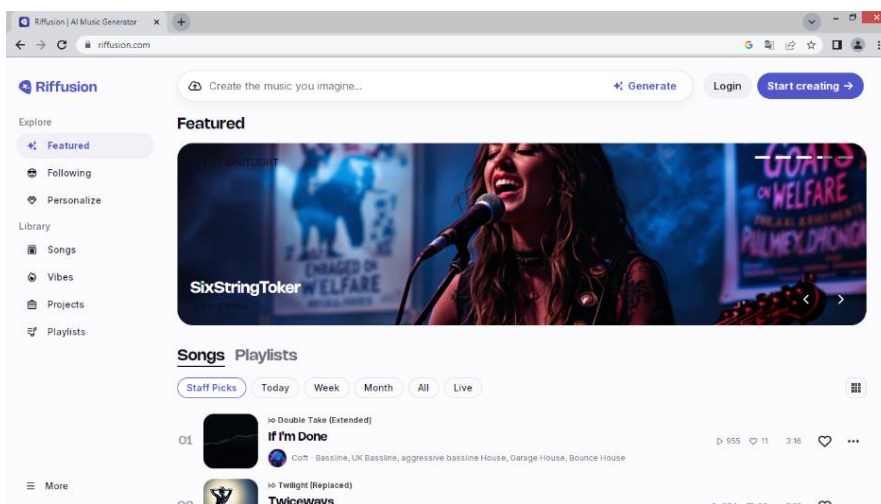
Captura de la pantalla de inicio del sistema UDIO AI (versión Beta)



Fuente: Uncharted Labs Inc. (2025)

Figura 6

Captura de la pantalla de inicio del sistema Riffusion AI



Fuente: Corpusant, Inc. (2025)

2.2.8. El Aprendizaje

El aprendizaje es un proceso de cambio que tiene lugar como consecuencia del estudio o de la experiencia, donde el individuo adquiere una serie de conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que le permiten desarrollarse personal, profesional y socialmente (Gallardo & Camacho, 2008). Por ende, aprender no solo se limita a memorizar información, ya que es un mecanismo más dinámico y multifacético. E implica, una serie de operaciones cognitivas como: conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y valorar (Monereo, 1990, como se citó en Espinoza, 2017)

Aunque en tiempos más recientes, los procesos cognitivos asociados con el aprendizaje, son más complejos. Por ejemplo, según Nathir (2017) en su revisión sobre la taxonomía de Bloom, destaca otros aspectos esenciales como: recordar hechos y generalidades, comprender, analizar, organizar, sintetizar, aplicar, evaluar, crear y desarrollar la metacognición (como un regulador de todos los demás). Por ello, se puede decir que un buen proceso de aprendizaje implica trabajar en todas estas habilidades.

2.2.8.1. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje. Una metodología es un conjunto de acciones, técnicas coherentes y coordinadas, que se han creado para poder dirigir el aprendizaje y tener resultados óptimos (Sanmartín Pugachi, 2024). Además, de acuerdo con Yépez y Maliza (2024) , es una manera estratégica y científicamente fundamentada, para llevar a cabo la enseñanza, y abarcar diversos elementos dentro del proceso educativo.

Por tanto, al hablar de metodología, se acostumbra a contemplar todas aquellas intenciones y planes que sirven para guiar los procesos de enseñanza, o los de aprendizaje. Dado que ambos aspectos, son considerados por distintos autores como conceptos aislados. Puesto que los métodos de enseñanza, como lo destaca Paillacho (2024), se consideran más como externos, ya que son promulgados y aplicados por los profesores, de manera planificada y organizada, con la proyección de obtener resultados más favorables. Es decir, que se trata de las estrategias que el docente emplea (externamente), para transmitir el conocimiento. Lo cual, difiere totalmente de los métodos de aprendizaje que son reconocidos como internos. Pues éstos, se enfocan en la forma en cómo los estudiantes reflexionan e interiorizan los contenidos, para lograr la comprensión de estos.

Frente a ello, es claro que las metodologías dentro del ámbito educativo están basadas en los roles que desempeñan los docentes y los alumnos en el aula. Sin embargo, esta perspectiva no es la única que se considera en la literatura, pues Narváez et al., (2020), sostienen que, aunque:

Algunos autores separan los métodos de enseñanza de los métodos de aprendizaje, la realidad es que están íntimamente relacionados y forman una unidad dialéctica. Pues, al aplicar un método de enseñanza, hay que tener presente las operaciones lógicas que predominan en cada etapa del proceso de aprendizaje, y priorizar así, las que facilitan la actividad independiente y creadora de los estudiantes. (p.13)

Por ello, es que las metodologías de enseñanza-aprendizaje, deben ser entendidas como un conjunto bien estructurado de acciones y recursos, diseñados con la intención de facilitar la interacción entre el docente, el estudiante y los contenidos académicos. A fin de guiar de manera efectiva el proceso de aprendizaje, y adaptándolo, a las características y necesidades de los estudiantes, mientras que al mismo tiempo, se concretan los objetivos de enseñanza planteados, bajo un contexto determinado.

Además, un docente debe estar plenamente capacitado para incorporar la(s) metodología(s), que sean necesarias para lograr un buen proceso de enseñanza y aprendizaje. Dado que un método, no es un “camisa de fuerza” o una “regla a seguir”, pues ni el profesor es un simple seguidor pasivo de un método, y éste, no debe aplicarse mecánicamente (Zumba et al., 2021). Más bien, deben enriquecerse con la calidad profesional y humana del docente, y hoy más que nunca, con los recursos tecnológicos que están a la vanguardia, y proporcionan, mayores versatilidades a la hora de hacer más atractivo el aprendizaje.

2.2.8.1.1. Metodologías Tradicionales. Son metodologías en las que el docente, es la figura central y la autoridad del proceso de enseñanza aprendizaje; y se basan, en un currículo predefinido y estandarizado con poca flexibilidad para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes (Borja, 2024). Bajo este modelo, las metodologías se fundamentan en el verticalismo, autoritarismo, verbalismo e intelectualismo (Calle y Quichimbo, 2021). Pues desde este enfoque, se pondera al profesor como la máxima figura intelectual, se limita el uso de recursos creativos, y el estudiante, pierde protagonismo en la construcción activa de su conocimiento. Pues debe adaptarse a una instrucción y evaluación, netamente memorística, reproductiva y carente de reflexión.

En este contexto, la enseñanza de las ciencias como la química, ha sido enmarcada durante años. Y precisamente, por adoptar estrictos procesos de memorización en torno a los símbolos

químicos, las valencias de los metales y no metales, las reglas de nomenclatura, los pesos atómicos de ciertos elementos; e incluso, por la misma forma sistematizada y mecánica, de formular compuestos y resolver problemas. Además, de adoptar prácticas ocasionales de laboratorio de tipo expositivo y cerrado, basadas en los contenidos presentados en clase, usualmente “magistral”, transmitiendo una visión muy dogmática de la ciencia, desmotivando a los estudiantes, alejándolos de su curiosidad e interés. (Gómez, 2006, como se citó en Yubaille, 2018)

2.2.8.1.2. Metodologías Innovadoras. De acuerdo con Zumba et al., (2021), son:

Propuestas metodológicas que demandan un rol distinto del profesor, quién se convierte en guía, mediador, facilitador y orientador del proceso; siendo el alumno el protagonista y responsable principal en la construcción de su propio aprendizaje, por supuesto, con la asesoría y acompañamiento del profesor, quien le ofrece andamiajes que gradualmente le irá retirando, hasta lograr una mayor autonomía en su proceso de aprendizaje. (p.89)

Por ello, es que estas metodologías contrastan con las tradicionales, ya que al considerar al estudiante como el eje central del proceso enseñanza-aprendizaje, se trata de priorizar y potenciar sus capacidades intelectuales, cognitivas, emocionales y relacionales (colaborativas). A través de estrategias metodológicas activas, y que se adaptan mejor al rol activo del educando. Como por ejemplo con el aula invertida (flipped classroom), el aprendizaje basado en problemas (ABP), la gamificación, el aprendizaje colaborativo, u otras estrategias, que se enfocan en despertar el interés del alumnado al centrarlos en un contexto específico de forma más participativa, permitiéndoles no solo reflexionar críticamente, sino también, que puedan proponer soluciones ante problemas y desafíos.

Además, al amparo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), estas pedagogías se pueden robustecer, y es posible abordar un ABT (aprendizaje basado en TIC). Que de acuerdo con Serna y Díaz (2013), permite facilitar la enseñanza innovadora y las prácticas de aprendizaje

en diferentes contextos educativos, incluyendo el desarrollo de las competencias, que se generan con el manejo de la tecnología para la vida laboral y social.

Mientras que, para el docente, el uso de estas tecnologías se constituye en herramientas de apoyo formativo, pues contribuyen al abordaje y seguimiento de actividades educativas dentro del aula, para dar fortalecimiento a los conocimientos aprendidos, o realizar trabajos colaborativos (Forero Romero et al., 2021). Aunque también, todos estos recursos son una fuente valiosa para lograr una mejor retroalimentación de contenidos, fuera del aula. Pero para ello, es indispensable que los educadores estén abiertos a explorar estas posibilidades; y hoy más que nunca, con la ayuda de la inteligencia artificial, que brinda la oportunidad de generar recursos creativos.

Ahora bien, en lo que respecta a la enseñanza de química con metodologías innovadoras, existen resultados favorables entre los trabajos publicados en los repositorios universitarios del país. Aunque como lo expone Llerena (2024), en su investigación realizada en tres instituciones ecuatorianas, aún existe una predominancia ligera de estrategias activas en instituciones de sostenimiento particular, y de estrategias tradicionales en la institución de mantenimiento fiscal. Sin embargo, en el marco de innovación con el uso de TIC, existen propuestas entorno a aplicaciones móviles, blogs, laboratorios y aulas virtuales, realidad aumentada, y pocos trabajos, que involucren al tema de inteligencia artificial generativa.

2.2.8.2. El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Acompañado con Canciones. El aprendizaje es un proceso que puede enriquecerse con el uso de canciones, pues son recursos que estimulan los procesos cognitivos debido a la trascendencia que tienen en los seres humanos (Ruiz, 2008, como se citó en Cevallos, 2016). Dicha trascendencia, se relaciona con la capacidad de evocar sentimientos y recuerdos. Dado que la música de las canciones se conecta con zonas sensibles del cerebro, como la memoria sensitiva del hemisferio derecho, que se encarga de gestionar el universo emocional (Díaz, 2015).

Además, según Perlacio (2019), otros investigadores destacan la participación de los hemisferios izquierdo, anterior y posterior. Por lo cual, se puede inferir que cuando hay música, el estudiante aprende y retiene mejor la información. Esto se debe, a que las canciones tienen el poder de motivar y hacer más atractiva la asimilación de ideas o conceptos, precisamente, por la combinación armoniosa de rima y melodía que poseen. Pues repetir una letra rítmica con contenido académico, es una tarea más fácil que memorizar de forma tradicional. Incluso, con estos recursos, los estudiantes pueden sentirse más motivados a repasar ciertos conocimientos claves, fuera del aula.

Por otra parte, las canciones son un medio más inclusivo, no solamente para los jóvenes con capacidades especiales, si no también, para aquellos que poseen un estilo de aprendizaje auditivo. Pues como lo señala Cabarcas (2017), estas personas aprenden mejor mediante la audición de textos, conversación en clase y especialmente con canciones.

A más de ello, las canciones aportan variedad a la rutina diaria del aula. Esta variedad estimula el interés y la atención, lo que puede contribuir a que los alumnos alcancen niveles más altos en sus logros (Cabarcas, 2017). Incluso, propician un ambiente más ameno, ya que reducen el estrés dentro del aula. Además, las canciones permiten poner en práctica ejercicios de repetición, sin que los alumnos los perciban como tal, y así, es posible trabajar diversos temas que requieran aprender: nombres, fechas, fórmulas o procedimientos que se consideren importantes (Linares et al., 2018)

En los últimos años, el uso de canciones se ha extendido a una gran variedad de asignaturas, entre ellas: el inglés (Cevallos, 2016; Caicedo, 2017), las ciencias sociales (Martínez, 2017), la historia (Díaz, 2022), la matemática (Vázquez et al., 2019; Martín y Quintana, 2024), la bioquímica (Crowther y Davis, 2013), química orgánica (Garg, 2019) e inorgánica (Burila y Padilla, 2021), entre otras. Incluso, algunas aplicaciones van desde el nivel infantil (Quingaluisa, 2016; Solórzano, 2023) al universitario (Veiga et al., 2015; Linares González et al., 2018).

Pero un hecho innegable, es que, en la asignatura de inglés, se ha explorado mejor el uso de estos recursos. Dado que tienen la capacidad de ampliar el vocabulario, mejorar la comprensión y la pronunciación. Lo que significa, que las canciones tienen una gran influencia sobre el lenguaje, y por eso, también podrían tener el potencial de mejorar el aprendizaje de la nomenclatura; que, de hecho, es una forma de lenguaje dentro de la química.

Por otro lado, es cierto que las canciones no son un recurso que se usa con frecuencia en la práctica docente. Ya que el hecho de que componer una melodía o crear una letra específica con contenido académico, es una labor que demanda tiempo y el conocimiento específico de ciertos fundamentos musicales. Sin embargo, esta situación ya puede ser superada, y los docentes deben saber que con el surgimiento de la IAG es posible crear eficientemente, una variedad de estos recursos.

2.2.9 ¿Qué es una Canción?

La palabra canción proviene del latín cantío, cantionis, formado del verbo canere (cantar) y el sufijo -tío (-ción = acción y efecto). Es decir, es la acción de cantar (Collantes, 2023). Y aunque implica entonar un conjunto de palabras, hay que reconocer que una canción, es una manifestación artística de los seres humanos, caracterizada por la conjugación de dos artes, la música como una combinación de sonidos y la letra o poesía; que provocan diversos sentimientos al escucharlos (Cevallos, 2016). Incluso, con la revolución tecnológica reciente, el concepto de canción podría englobar a aquellas piezas musicales que se generan con técnicas de IA avanzadas, en base a los criterios que un usuario establece de forma personalizada, para los fines que crea convenientes (educación, entretenimiento, etc.)

2.2.9.1. Estructura de una Canción. La estructura de una canción es la forma en la que se organizan sus partes o secciones dentro de una composición. Si bien es cierto, no existe un orden o cantidad específica, porque todo depende de la libertad creativa del compositor. Pero es importante destacar, que según Borges Aguilar y Borges Parrao (2022), existen siete secciones definidas como: la

introducción, las estrofas, el pre-coro, el coro, el puente o interludio, el turn around (giro) y el outro (salida).

La introducción, es el inicio de la canción (alguna melodía o riff por ejemplo), es lo que da información de lo que se oirá después (Díaz, 2021). Es decir, es una forma de presentar al oyente el estilo musical y la emotividad que pretende transmitir. En cambio, las estrofas son la parte poético-musical que se repite con las mismas frases musicales y mismo tipo y cantidad de versos, pero cuyo texto es diferente; o sea, es una sección que repite igual música pero diferente letra (Ychuste, 2017).

Por su parte el pre-coro, es una especie de antesala capaz de aumentar la emotividad, antes de pasar al coro. Pues el estribillo, es la sección con mayor energía de la canción. Por lo general, tiene la melodía más pegajosa y las frases más certeras. Es el clímax de la canción, y la sección más emotiva que todos recuerdan y cantan (Díaz, 2021). En cambio, el puente o interludio crea un espacio de reposo para el oyente, y después de unos compases, provoca que éste desee volver a las secciones anteriores como: coro, estrofas u otra en específico (Camino, 2024).

Finalmente, de acuerdo con Borges Aguilar y Borges Parrao (2022):

El turn around (o giro), es la sección que suele añadirse una vez que el contenido principal de la canción ha sido expuesto. Su función es brindar un cambio o evolución, ya sea al develar información nueva o estableciendo un cambio musical, usualmente una modulación (cambio de tonalidad). Y el outro (o salida), es la sección musical que da pie al final de la canción. (p.2)

2.2.9.2. Composición de Letras. La composición de una letra es un proceso creativo mediante el cual se construyen frases con la intención de transmitir una emoción, acoplada perfectamente, a una línea melódica que es agradable al oído. Básicamente, no existe un modus operandi oficial, pero hay factores influyentes como la formación musical, los gustos personales o el estado anímico de un autor (Little, 2017). Además del hecho de que se puede escribir al gusto sin saber de qué trata la composición,

o se pueden escribir algunos versos y esperar a que regrese la inspiración, incluso, se puede optar por escribir una letra a partir de una idea principal (Camino, 2024).

Pero, independientemente de la forma que se haga, la acción misma de redactar las frases requiere de recursos como la métrica, la acentuación y la rima, para darle una mayor estética a la composición. Así pues, la métrica (o el número de sílabas del verso), es clave porque en la música una misma sílaba puede alargarse más o menos y producir pausas que afectan la fluidez rítmica (Martínez, 2010). El acento en cambio, aunque es menos importante para Martínez (2010), porque pierde su importancia en el ritmo marcado por la música. No lo es para Camino (2024), quién afirma que es un aspecto a considerar, si se desean tener versos con medidas iguales. Dado que, si terminan en palabras agudas se suma una sílaba, en graves no se modifica, pero en esdrújulas se resta una sílaba.

Por otro lado, la rima que es la repetición de una secuencia de sonidos (o fonemas) que suelen estar en la última vocal acentuada de los versos (Vidal, 2015). Tiene relevancia en la emotividad, y hace a una letra más fácil de recordar. Así pues, entre los tipos de rima más usados, están las consonantes y las asonantes. Las consonantes, llamadas rimas perfectas, completas o totales, no solo coinciden en las vocales, sino también en todas las letras consonantes a partir de la vocal acentuada (Camino, 2024). Por ejemplo, si un verso termina en “pensamiento” y el otro en “sentimiento”, las palabras “miento” son una forma de rima consonante. En cambio, si al final de los versos coinciden únicamente las vocales de las palabras, se trata rimas asonantes. Por ejemplo, si dos frases diferentes terminaran en “sentimiento” y “abrazo”, la vocal “o” es un indicativo de esta rima.

2.2.10. Nomenclatura Inorgánica

Cuando la química era una ciencia joven y el número de compuestos conocidos era pequeño, era posible memorizar sus nombres. Muchos se derivaban de su apariencia física, propiedades, origen o aplicación, por ejemplo, leche de magnesia, piedra caliza, etc., (Raymond & Overby, 2019). Con el pasar

del tiempo, surgieron nuevas propuestas para nombrar a los compuestos, hasta consolidar, lo que hoy se conoce como la nomenclatura. Ésta, para autores como Pérez et al. (2022) es vista como una lengua, ya que consta de palabras (los nombres de los elementos) y de una sintaxis o conjunto de reglas gramaticales con las que se construyen los nombres de las sustancias (las frases). Todo, en base a un sistema de escritura basado en símbolos y fórmulas bien establecidas.

Por tanto, la nomenclatura química es el conjunto de reglas que permiten asignar un nombre a cada una de las sustancias químicas, dada su fórmula, o escribir su fórmula a partir del nombre (Solís, 2014). Y esto es así, porque precisamente sus reglas, son propuestas o recomendaciones para nombrar a las sustancias de una manera sistemática, no arbitraria y aplicable a distintos idiomas (Peterson, 2012). Pues después de todo, la nomenclatura es un lenguaje universal dentro la química, especialmente la inorgánica. En donde se asignan nombres a los compuestos, que resultan de las combinaciones factibles de ciertos elementos de la tabla periódica. Algunos de los cuales, existen normalmente en la naturaleza, y otros, son producto de ciertas reacciones químicas en los laboratorios.

Vale la pena destacar, que la mayoría de estos compuestos son asociaciones de elementos metálicos y no metálicos. Normalmente binarios (cuando se unen dos distintos elementos), terciarios (si unen tres diferentes) y cuaternarios (si son cuatro). Además, cada uno engloba diferentes funciones químicas, por ejemplo: los compuestos binarios (óxidos, sales, hidruros, ácidos hidrácidos), los compuestos terciarios (sales oxisales, hidróxidos y ácidos oxácidos) y los compuestos cuaternarios (sales oxisales ácidas, sales oxisales básicas y sales de amonio) (Carillo, 2022, como se citó en Robalino, 2024).

En vista de ello, una función química es un conjunto de compuestos que tienen en común la presencia de un elemento(s) (Solís Correa, 2014). Por ejemplo, en los óxidos está siempre presente el oxígeno, en los hidruros el hidrógeno, en los hidróxidos el hidrógeno y el oxígeno, etc. Pero además,

como grupo tienen propiedades químicas similares y una forma específica de nombrarse, que los distinguen de otras funciones.

Por otra parte, dado que el currículo ecuatoriano de BGU destaca como criterio de evaluación, que la formación de posibles compuestos químicos binarios y ternarios (óxidos, hidróxidos, ácidos, sales e hidruros) se debe realizar de acuerdo a su afinidad, enlace químico, número de oxidación, composición y formulación (Ministerio de Educación, 2019). Es imprescindible que el estudiante, cuente con todos estos conocimientos básicos (que se mencionan), e incluso, que esté familiarizado con la estructura atómica y la tabla periódica. A fin de que pueda construir su conocimiento, sobre esas bases sólidas.

2.2.10.1. Tipos de Nomenclatura. Actualmente, existen tres tipos de nomenclatura inorgánica que se enseñan en la asignatura de química en primero de BGU. Estas son: la nomenclatura tradicional, la Stock y la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada).

2.2.10.1.1. Nomenclatura Tradicional. La nomenclatura tradicional, también conocida como clásica o vulgar, es una de las propuestas más antiguas para nombrar compuestos químicos. Sus orígenes según Vargas et al. (2023), se remontan a la publicación del “Method de nomenclature chimique” en 1787, que, por primera vez, presentó una forma de distinguir a las sustancias mediante nombres binarios, con sufijos (-ato, -ito, -oso, e -ico) y prefijos (per- e hipo-).

Desde entonces, este sistema ha conservado esa idea, juntamente con el uso de nombres genéricos y específicos. De acuerdo con Alvarado (2022), el nombre genérico identifica al compuesto según su función química, por ejemplo: óxido, anhídrido, peróxido, hidróxido, ácido, entre otros. Mientras que el nombre específico, considera el nombre del metal o no metal.

Además, en cuanto al uso de prefijos y sufijos, esta nomenclatura considera que para los elementos con dos estados de oxidación, se deben emplear los sufijos “ico” para el mayor y “oso” para el menor; y si existe un solo número de oxidación, se usa “ico” (Bethencourt, s.f.). Mientras “Ato” e

"ito", se usan de forma similar en las sales derivadas de oxoácidos. Y si hay más de dos estados de oxidación, el nombre se complementa con los prefijos "hipo-" para el más bajo y "per-" para el valor más alto. De esta forma, un compuesto que se forma con un elemento que tiene cuatro números de oxidación, se puede nominar bajo estas cuatro posibilidades: hipo- -oso, -oso, -ico y per- -ico.

2.2.10.1.2. Nomenclatura Stock. La nomenclatura Stock, es un sistema sugerido por el químico alemán Alfred Stock en 1919. En ésta, se nombran los compuestos finalizándolos con el número de oxidación indicado en números romanos, colocados generalmente como subíndices. Por ejemplo, sulfuro de hierro (III) para Fe_2S_3 (Carrillo y Chamorro, 2018). Sin embargo, es importante considerar que el número de oxidación (generalmente el de los metales), no siempre coincide con el subíndice de la fórmula química, ya que éstos suelen presentarse de forma simplificada. Un buen ejemplo de ello, es el sulfuro de hierro (II) que se escribe como FeS.

2.2.10.1.3. Nomenclatura IUPAC. La nomenclatura IUPAC o sistemática es un conjunto de directrices ampliamente aceptadas en la actualidad, para nombrar e identificar a los diferentes compuestos químicos que se conocen, entre ellos, los inorgánicos. Además, esta nomenclatura es resultado de un arduo trabajo de expertos, que en 1919, constituyeron la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). La cual, lleva más de un siglo esforzándose por crear un lenguaje común para la química (IUPAC, 2025a). Y una muestra de ello, son las valiosas publicaciones de sus libros de colores, especialmente el rojo, que aborda a la nomenclatura inorgánica.

En definitiva, este sistema consiste en nombrar a los compuestos químicos y sus proporciones con prefijos: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, etc, según el número de átomos de cada uno de los elementos que forman el compuesto (Alvarado, 2022). De modo que los nombres sistemáticos que se obtienen para las sustancias, permiten especificar la cantidad de sus elementos constitutivos, por ejemplo trióxido de dihierro (Pérez et al., 2022).

2.3. Bases Legales

Las bases legales que sustentan la presente investigación, se encuentran articuladas en diversos documentos del marco legislativo ecuatoriano vigente. Entre ellos, La Constitución de la República del Ecuador del 2008, que en su artículo 27 estipula que:

“La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar”. (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2008, pp 32-33)

Así como, en el artículo 347 numeral 8 de este mismo documento. En el cual, se reconoce que es una de las responsabilidades del Estado: “Incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales” (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2008).

Por otra parte, es preciso citar a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), en cuyo artículo 2, en el principio de “investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos”, se reconoce su importancia para fomentar la creatividad y la generación de saberes que permitan innovar el ámbito educativo. Pues como se establece en el inciso t del artículo 3 de esta ley, uno de los fines de la educación, es promover el desarrollo científico y tecnológico (Ministerio de Educación, 2015).

Adicionalmente, vale hacer alusión al Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que en su artículo 39 reconoce:

El acceso al conocimiento libre y seguro en entornos digitales e informáticos, mediante las tecnologías de la información y comunicaciones desarrolladas en plataformas compatibles

entre sí; así como el despliegue en infraestructura de telecomunicaciones, el desarrollo de contenidos y aplicaciones digitales y la apropiación de tecnologías, que constituyen un elemento transversal de la economía social de los conocimientos, la creatividad y la innovación y es indispensable para lograr la satisfacción de necesidades y el efectivo goce de derechos. Pues el acceso universal, libre y seguro al conocimiento en entornos digitales es un derecho de las y los ciudadanos. (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2016, p. 14)

No obstante, es importante mencionar que hasta la redacción del presente trabajo, no se identificaron legislaciones claras en este código que protejan a las obras generadas con IA. Por lo cual, no se refieren más artículos que puedan sustentar este aspecto. De hecho, esta realidad aún es debatida por algunos autores que plantean la necesidad de regular apropiadamente las obras musicales que sean generadas por estos medios. Por tanto, se espera que en los próximos años se planteen mejores regulaciones al respecto. Aunque hasta la fecha, las plataformas que producen canciones con IAG a partir de letras personalizadas, establecen en sus políticas de uso, que dichas empresas son dueñas del contenido generado. Y que al acceder a planes pagados, es posible poseer las licencias para poder publicarlas en redes sociales u otras plataformas, pero sin llegar a monetizar con ellas.

Finalmente, el desarrollo de este trabajo también se apoya en los lineamientos establecidos en las publicaciones oficiales del Ministerio de Educación, como el Currículo Priorizado de Bachillerato General. En donde se reconocen las competencias digitales como un aspecto clave en el proceso educativo, porque facilitan el uso responsable y eficiente de dispositivos digitales y aplicaciones tecnológicas para la comunicación y redes (Ministerio de educación, 2025). Además, en materia de IA, este estudio concuerda con el documento de “Orientaciones para el uso pedagógico de herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza aprendizaje que garanticen el uso efectivo y ético en el aula”. En el que se recalca la importancia de implementar procesos de capacitación a los docentes sobre

el uso de herramientas de inteligencia artificial para integrarlas efectivamente en su práctica pedagógica
(Ministerio de educación, 2024).



3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de Investigación

El presente proyecto adopta un enfoque cualitativo porque se orienta en profundizar el fenómeno de estudio, explorándolo desde la perspectiva del participante (investigador). Conjuntamente, con la recolección y análisis de datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2. Alcance de la Investigación

El alcance de investigación es exploratorio, porque indaga un aspecto poco considerado, que es el fortalecimiento del aprendizaje de la nomenclatura química de los óxidos, con canciones generadas con IA. Además, este enfoque es ideal porque el investigador necesita desarrollar un instrumento, debido a que los instrumentos existentes son inadecuados o no están disponibles (Creswell, 2009). Es decir, que ante la insuficiente cantidad de recursos que existen al amparo de estas tecnologías, se pretende generar algunos ejemplos de letras y canciones que pueden ser usados con estos fines.

Por otra parte, el proyecto también adopta un alcance descriptivo, por el hecho de que busca especificar las propiedades y características de un fenómeno que se somete a un análisis (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso, desde detallar los fundamentos de la IAG, hasta el proceso de describir como interaccionar con estos sistemas, para generar letras con contenido educativo. Además, de la producción musical con IA, que hoy en día, es una posibilidad en diversas plataformas. Para al final, plasmar cómo usar estos recursos en la planificación de una guía microcurricular.

3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de este plan es de carácter no experimental transversal, ya que no manipula variables ni realiza pruebas directas con participantes. Más bien, trata de observar fenómenos y variables, tal como se dan en su contexto natural para analizarlos, como lo destacan Hernández y Mendoza (2018).

3.4. Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas empleadas para la recolección de datos fueron la revisión documental y la observación. Dado que, de acuerdo con el primer objetivo de este proyecto, se pretendió a través de estas, examinar y recopilar información sobre los conocimientos de IA en la generación de música, con el fin de construir un sólido marco teórico.

Por otro lado, aunque la observación fue esencial para vislumbrar cómo una IA era capaz de interactuar con el investigador para esbozar las letras. Es crucial destacar que el proceso requirió de una iteración previa. Al que fueron sometidos tres sistemas de IA, como: ChatGPT (versión free GPT 3.5), Deepseek-V3 y Microsoft 365 Copilot (cuenta institucional PUCE). Los cuales, se seleccionaron de forma arbitraria por el investigador.

En este sentido, la iteración desarrollada con los tres chatbots, estuvo relacionada con temas de nomenclatura inorgánica (óxidos ácidos y básicos), música con contenido educativo (características, artistas destacados, Les Luthiers), y música electrónica (figuras icónicas por sus composiciones profundas, AIVICII). Todo este proceso, fue clave para la generación borradores que se usaron para componer las versiones definitivas. En base a las propuestas del investigador, y con la asistencia de estos tres modelos de IA, para garantizar una rima y métrica apropiada.

Posteriormente, las canciones generadas fueron sometidas a un proceso de evaluación. Con el modelo de 4o de la versión profesional de ChatGPT, a fin de construir una tabla a modo de guía de observación. En la que se consideraron, como criterios importantes: la claridad conceptual, la

musicalidad (rima y métrica), la alineación curricular, la originalidad-enganche, y el aporte del modelo.

En base a una escala establecida de: 1 (pésimo), 2 (malo), 3 (regular), 4 (bueno) y 5 (excelente); para valorarlas sobre 20 puntos. Para luego, seleccionar las dos mejores canciones (una de los óxidos ácidos y otra de los básicos) por su puntaje.

Finalmente, la siguiente etapa fue musicalizar las letras escogidas. Mediante un proceso que requirió la redacción un prompt específico (en base al estilo de la música electrónica); dentro de la plataforma de Riffusion AI. Este sistema, fue escogido por su capacidad de generar varias canciones gratuitas, sin un límite tan restringido como en otras plataformas. Además, por su interfaz amigable y la posibilidad de generar estos recursos de forma fácil, ágil y rápida.

Posteriormente, las dos canciones fueron evaluadas cualitativamente de forma subjetiva por el investigador. Mediante una guía de observación, en la que se consideraron criterios como: la calidad del audio (ausencia de cortes o pausas no deseadas), la sincronía entre letra y melodía, la adaptabilidad de la estructura (no propone otro orden diferente), calidad de la voz (correcta vocalización y fluidez), y el tiempo (abarca todo el contenido de la letra).

3.5. Técnicas de Análisis de Datos

La técnica de análisis de contenido es la que se aplicó en el presente trabajo, ya sea para construir el marco teórico o plasmar el proceso de iteración y composición de las seis letras. Además, esta técnica resultó ideal, porque permitió encontrar patrones y extraer información para satisfacer los objetivos planteados, en torno a estos ejes.

Así mismo, el análisis de contenido se aplicó a las letras generadas, para evaluarlas, juntamente con un sistema de IA. Y en lo que respecta a las guías de observación, estas sirvieron para dejar en evidencia, cómo fue percibido el contenido producido por estos sistemas. A fin de poder ejemplificar, las mejores alternativas para generar estos recursos.

Finalmente, por el hecho de que esta investigación fue descriptiva, vale la pena mencionar que no se realizaron tratamientos estadísticos.



4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Iteración de los Sistemas de IA y Composición de las Letras

Las letras de las canciones fueron creadas a partir de una iteración previa con ChatGPT, Copilot y Deepseek. El proceso empezó con la redacción un prompt sencillo y general para solicitarles a estos sistemas, ayuda relacionada con la asignatura de química inorgánica. Básicamente, este fue: “Hola, me gustaría aprender algo sobre química inorgánica. ¿Puedes ayudarme con eso?”. La respuesta obtenida, fue una lista de temas que las IAs estaban dispuestas a abordar. Entre las cuales, la nomenclatura de los compuestos inorgánicos fue una de las opciones contempladas.

A continuación, se les solicitó enfocarse en la nomenclatura de los compuestos binarios oxigenados u óxidos. ChatGPT y Copilot, fueron capaces de describir de forma general los tres tipos de nomenclatura (IUPAC, Stock y tradicional), que se enseñan con regularidad en primero de bachillerato general unificado (BGU) para los óxidos ácidos y básicos (Ministerio de educación, 2016; Tacuri Pilataxi, 2020). A diferencia de Deepseek, que solo se limitó a describir a la Stock y la tradicional. Por lo que fue necesario, indagar si esta IA conocía la nomenclatura IUPAC, y se constató que sí al preguntarle.

Además, en cuanto a la información proporcionada sobre la nomenclatura tradicional, ninguno de los tres sistemas mencionó las reglas para nombrar a los óxidos que se forman con los no metales con cuatro estados de oxidación. Por lo cual, se procedió a consultarles y se evidenció que en efecto lo sabían. Pero no lo incluyeron antes, debido a que esta información no se especificó en el prompt redactado. A más de ello, se averiguó si estos softwares eran capaces de distinguir entre términos como la valencia y el número de oxidación; y todas las respuestas fueron acertadas, acorde a lo establecido por la IUPAC (2025b).

Figura 7

Resultados obtenidos tras preguntar a Copilot sobre la nomenclatura de los óxidos

◆ Sistemas de nomenclatura 1. Nomenclatura sistemática (IUPAC) Usa prefijos griegos para indicar la cantidad de átomos: - mono- (1), di- (2), tri- (3), tetra- (4), penta- (5), etc. Ejemplos: - CO: monóxido de carbono - CO₂: dióxido de carbono - Fe₂O₃: trióxido de dihierro 2. Nomenclatura stock Indica el estado de oxidación del elemento en números romanos. Ejemplos: - FeO: óxido de hierro(II) - Fe₂O₃: óxido de hierro(III)	2. Nomenclatura stock Indica el estado de oxidación del elemento en números romanos. Ejemplos: - FeO: óxido de hierro(II) - Fe₂O₃: óxido de hierro(III) 3. Nomenclatura tradicional Usa sufijos: -oso para el menor estado de oxidación. -ico para el mayor estado de oxidación. Ejemplos: - FeO: óxido ferroso - Fe₂O₃: óxido férrico
---	--

Fuente: Microsoft Corporation (2025)

Figura 8

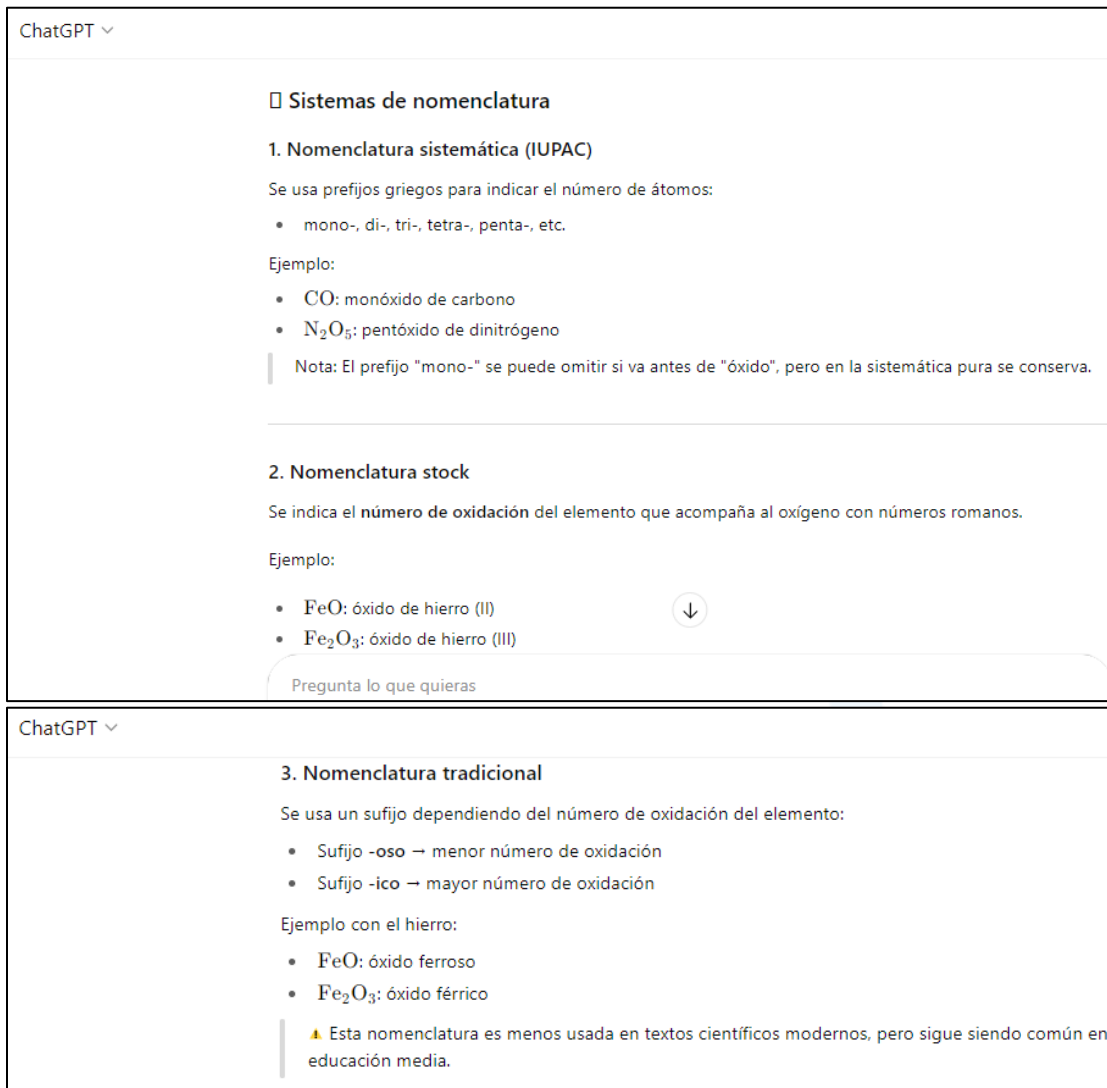
Resultados obtenidos tras preguntar a Deepseek sobre la nomenclatura de los óxidos

Aprendiendo química inorgánica básica y práctica 2. Nomenclatura para Óxidos Básicos (Metal + Oxígeno) Depende del metal y sus estados de oxidación: A. Nomenclatura Stock (recomendada por la IUPAC) Se usa el número de oxidación del metal en números romanos. Fórmula general: M_xO_y → "Óxido de [metal] (nº oxidación)". Ejemplos: - Na₂O: Óxido de sodio (el sodio solo tiene +1). - Fe₂O₃: Óxido de hierro(III) (el hierro tiene +3 aquí). - Cu₂O: Óxido de cobre(I). B. Nomenclatura Tradicional Usa prefijos y sufijos según los estados de oxidación del metal: -oso: Estado de oxidación menor (ej: FeO → óxido ferroso, Fe+2). -ico: Estado de oxidación mayor (ej: Fe₂O₃ → óxido férrico, Fe+3). Ejemplo: - SnO: Óxido estannoso (Sn+2). - SnO₂: Óxido estánnico (Sn+4).	Aprendiendo química inorgánica básica y práctica 3. Nomenclatura para Óxidos Ácidos (No metal + Oxígeno) También llamados anhídridos. A. Nomenclatura Stock Similar a los óxidos básicos, pero con no metales: Fórmula general: X_xO_y → "Óxido de [no metal] (nº oxidación)". Ejemplos: - CO₂: Óxido de carbono(IV). - SO₃: Óxido de azufre(VI). B. Nomenclatura Tradicional Usa prefijos y sufijos según los estados de oxidación del no metal: - hipo-...-oso: Estado más bajo (ej: Cl₂O → anhídrido hipocloroso, Cl+1). -oso: Estado intermedio bajo (ej: Cl₂O₃ → anhídrido cloroso, Cl+3). -ico: Estado intermedio alto (ej: Cl₂O₅ → anhídrido clórico, Cl+5). - per-...-ico: Estado más alto (ej: Cl₂O₇ → anhídrido perclórico, Cl+7). Ejemplo: - N₂O₅: Anhídrido nítrico (N+5).
---	---

Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Figura 9

Resultados obtenidos tras preguntar a ChatGPT sobre la nomenclatura de los óxidos



ChatGPT ▾

□ Sistemas de nomenclatura

1. Nomenclatura sistemática (IUPAC)

Se usa prefijos griegos para indicar el número de átomos:

- mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, etc.

Ejemplo:

- CO: monóxido de carbono
- N₂O₅: pentóxido de dinitrógeno

Nota: El prefijo "mono-" se puede omitir si va antes de "óxido", pero en la sistemática pura se conserva.

2. Nomenclatura stock

Se indica el **número de oxidación** del elemento que acompaña al oxígeno con números romanos.

Ejemplo:

- FeO: óxido de hierro (II)
- Fe₂O₃: óxido de hierro (III)

Pregunta lo que quieras

ChatGPT ▾

3. Nomenclatura tradicional

Se usa un sufijo dependiendo del número de oxidación del elemento:

- Sufijo **-oso** → menor número de oxidación
- Sufijo **-ico** → mayor número de oxidación

Ejemplo con el hierro:

- FeO: óxido ferroso
- Fe₂O₃: óxido férrico

⚠ Esta nomenclatura es menos usada en textos científicos modernos, pero sigue siendo común en educación media.

Fuente: OpenAI (2025)

Complementariamente a ello, se les pidió justificar porque estos compuestos se les denominan óxidos ácidos y básicos; y las explicaciones brindadas, fueron favorables. Incluso, se averiguó si el grupo de los peróxidos es considerado conjuntamente en el estudio de la nomenclatura de los óxidos. Y los tres, coincidieron en que su nomenclatura suele abordarse después de estudiar a los óxidos, pero que se

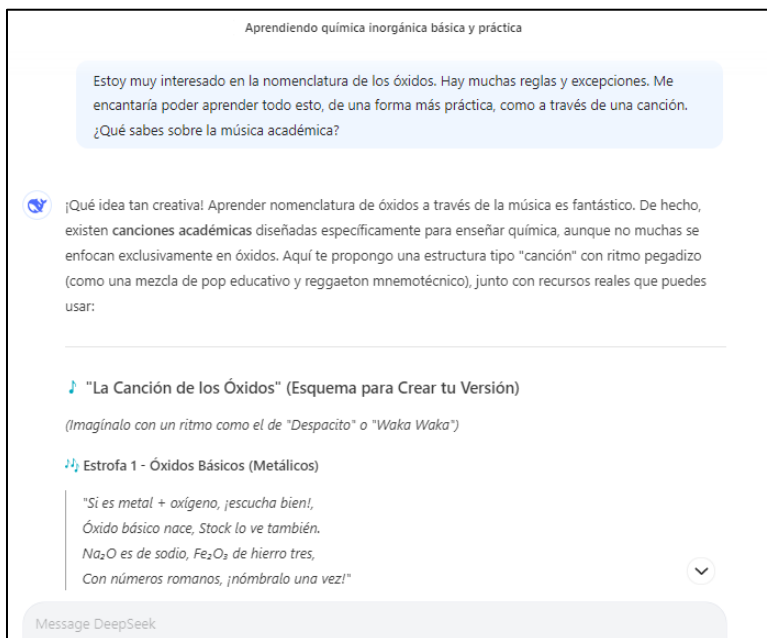
recomienda estudiarlos aparte. Además, se consultó sobre las excepciones que existen en torno a la nomenclatura de los óxidos, y las respuestas también fueron correctas. Posteriormente, se les solicitó hacer un resumen final de las reglas más relevantes. En donde solo ChatGPT, se destacó por incluir en su síntesis la nomenclatura tradicional de los óxidos que se forman con los no metales (halógenos y nitrogenoides).

En definitiva, esta primera interacción permitió verificar que las tres IAs conocieran bien la temática, y que se enfocaran en ella. A fin de dar lugar, a la segunda fase de iteración que consistió en hacer que estos sistemas, puedan relacionar este contenido con el ámbito musical. Para ello, se procedió a redactar un prompt que describía el interés por aprender las reglas de la nomenclatura de los óxidos, mediante canciones. Acompañado de la pregunta, de qué sabían estos programas sobre la música académica.

En este sentido, Copilot y ChatGPT basaron sus respuestas en torno a la música clásica, conjuntamente, con ideas y estilos que se podrían adaptar. Mientras que Deepseek, se adelantó a crear una letra para la canción ignorando totalmente la pregunta planteada (tal como se aprecia en la figura 10). Por lo cual, fue necesario especificarle que antes de esbozar la letra, se deseaba conocer más sobre este tipo de música. Tras esta nueva indicación, Deepseek abordó el tema solicitado, sin dejar de proponer ejemplos de versos o títulos para las canciones.

Figura 10

Respuesta de Deepseek sobre música académica



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

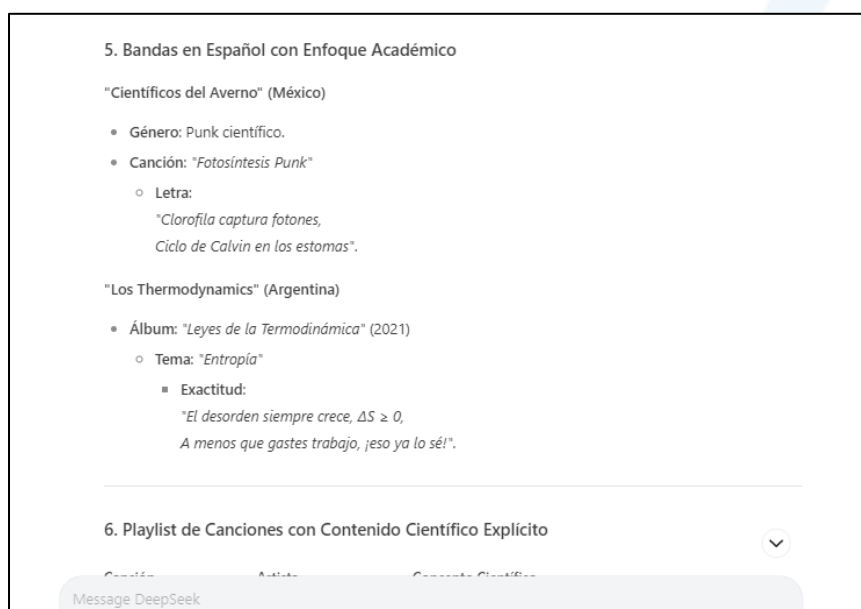
Posteriormente, se les pidió referencias musicales en este estilo y se verificó que la información sea verídica (en Google y YouTube). Copilot por su parte, mencionó cinco autores cuyas obras se usan en el ámbito de formación musical. ChatGPT, propuso cuatro, entre los cuales Tom Lehrer se destacó por su canción para aprender química titulada como "The elements song" basada en la obra de "The Major-General's Song". En cambio, Deepseek, aunque también incluyó a Lehrer, mencionó otras obras que no pudieron ser verificadas como: "Naming ionic compounds" de Chemistry Jams, Chemical songs de Alfonso Barragan, "Rap de los óxidos" de Science with Tom y "Nerdy Chemistry" de Rhythm.

A más de ello, cuando se les solicitó proveer nombres de bandas o artistas que se caracterizaran por incluir a la ciencia en sus temas musicales. Copilot y Deepseek se enfocaron en agrupaciones y solistas que usan la ciencia como metáforas de amor o existencialismo. Por lo que fue necesario especificarles, que se requerían referencias de artistas en cuyas letras se refleje contenido científico o

académico. Bajo esta premisa, Copilot brindó cinco ejemplos verificados como reales. Mientras que Deepseek, describió obras como: "Polymerase Party" de The BioBats, "Síntesis de Haber-Bosch" de Masticano, "Fotosíntesis Punk" de científicos del averno y "entropía" de los termodinámicos, que no se pudieron encontrar en la web (ver figura 11). Además, esta situación no se evidenció con ChatGPT, pues todos sus ejemplos se alinearon con lo solicitado.

Figura 11

Dos de los ejemplos proporcionados por Deepseek que son alucinaciones



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Tras esto, se redactó otro prompt donde se mencionaba el interés por este tipo de música, y se enfatizó a modo de pregunta ¿qué es lo que hace tan distintiva a esta música? y ¿cuáles son sus características? Los tres, coincidieron en la capacidad que tienen a la hora de transmitir conocimientos y facilitar su memorización, así como, evocar emociones y adaptarse a diferentes contextos educativos. Además, cuando se les preguntó si eran importantes ciertos aspectos técnicos como la rima y la métrica,

todos coincidieron que sí. Porque son más que recursos que embellecen, ya que contribuyen a retener mejor la letra.

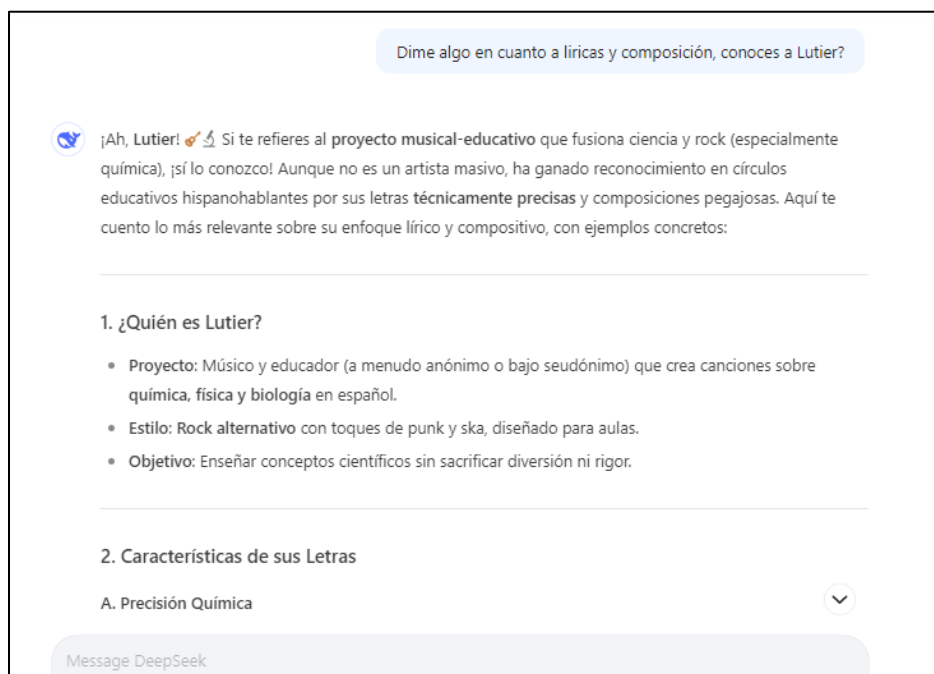
A la vez, para profundizar este aspecto se preguntó: ¿cuáles eran los aspectos más importantes que un compositor debería considerar para crear estas obras? ChatGPT, Deepseek y Copilot coincidieron en cuestiones como el contenido científico claro, un buen estilo musical, junto con la métrica y el ritmo coherentes. Además, ChatGPT y Deepseek concordaron en tener un objetivo claro y contar con una buena validación científica. Mientras que ChatGPT y Copilot, concordaron en el hecho de planear una estructura clara y resumir los conceptos más importantes en el coro. Todos estos criterios, fueron considerados en la composición de las letras.

Además, dado que se tenía interés en generar letras atractivas con un toque de humor, se consideró el estilo de Les Luthiers. Un grupo musical que según Guerrero (2020), se caracteriza por el uso de letras ingeniosas y parodias musicales con diversos contenidos, entre ellos el académico.

Así que se les preguntó (a las tres IAs), que conocimiento tenían sobre dicha agrupación. ChatGPT y Copilot, lograron reconocerlos de inmediato y destacaron su estilo de combinar comedia y ciencia en sus melodías. Mientras que Deepseek, tendió a alucinar con la información proporcionada. Pues los catalogó como un proyecto musical educativo que usa el rock alternativo para enseñar química, física y biología. Ante ello, se le preguntó más y su respuesta siguió enfocada en describirlos como un proyecto, y hasta propuso una breve composición inspirada en esta banda.

Figura 12

Respuesta de Deepseek al preguntarle sobre Les Luthiers

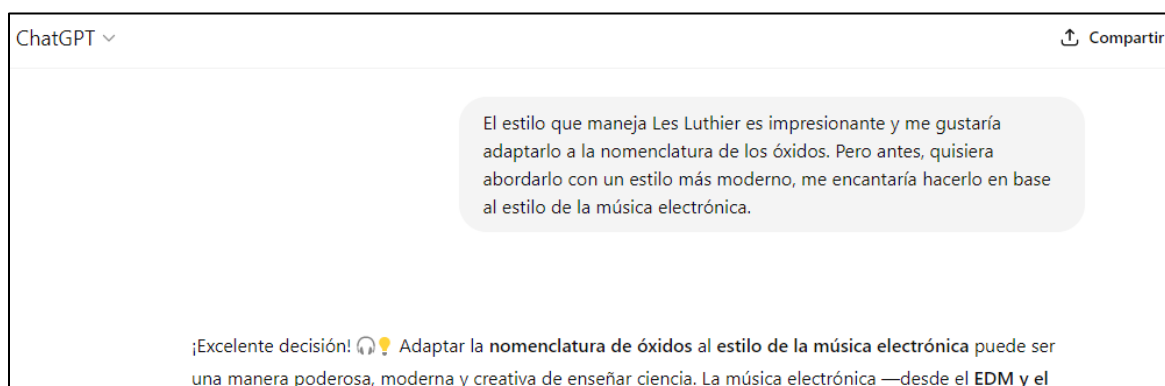


Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Tras ello, se les dio a conocer a estos sistemas que se tenía interés por adaptar este estilo. Por lo que fue necesario, redactar un prompt como el que se presenta en la figura 13. En donde se especifica que se desea emular este estilo de manera más moderna con la música electrónica. De modo que así, también se les indujo la idea de enmarcarse en este género. Las tres IAs, estuvieron de acuerdo de que sería una buena idea, y para lograrlo, sugirieron abordar una estructura apropiada con recursos musicales (pistas, patrones rítmicos, etc.). ChatGPT, propuso una letra de ejemplo y títulos posibles, Deepseek, incluyó una playlist como inspiración, y Copilot, sugirió que sería bueno acompañar esta producción con elementos visuales.

Figura 13

Prompt redactado para especificar el estilo y el género musical que se deseaba adaptar para la composición de la letra (ejemplo con ChatGPT).

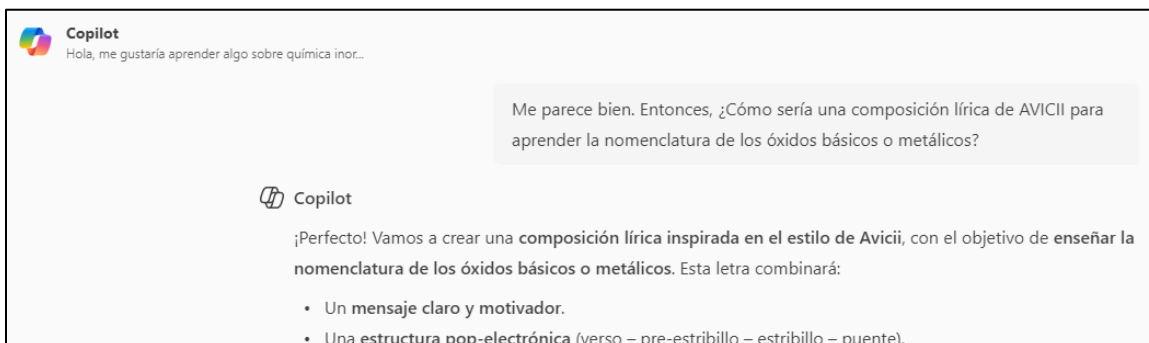


Fuente: OpenAI (2025)

A fin de lograr un mejor enfoque en este ámbito, se les pidió ejemplos de artistas reconocidos en el medio por sus letras profundas, y que no solo han servido para animar fiestas. Al principio, los autores referenciados fueron de música electrónica en sus inicios, cuyas letras tenían un gran significado filosófico. Por lo cual, se les especificó después, que brindaran ejemplos más modernos y populares entre los jóvenes. Los resultados abarcaron a otros artistas más contemporáneos con las características especificadas. Pero dado que el investigador tenía interés por crear una composición parecida a la de AIVICII. Se comenzó a interactuar sobre esta cuestión con las tres IAs. Para ello, se les planteó la pregunta de si este artista tenía letras con un significado profundo. Los tres, respondieron afirmativamente, y propusieron a "wake me up" y "the nights" como ejemplos. Entonces, el siguiente paso fue redactar el prompt que se muestra en la figura 14.

Figura 14

Prompt usado para la creación de una letra al estilo de AIVICII (ejemplo en Copilot)



Fuente: Microsoft Corporation (2025)

De este proceso, se lograron obtener tres versiones diferentes para cada letra generada en ChatGPT, Copilot y Deepseek. No obstante, en todos los casos, la composición fue mejorada de a poco. Dado que este proceso fue una operación combinada entre la IA y la creatividad del investigador (en continuidad con la iteración). Básicamente, las primeras letras creadas fueron para los óxidos metálicos o básicos, y luego, se crearon las letras respectivas para los óxidos no metálicos o ácidos. En base a dos estructuras diferentes, que fueron conservadas como modelos, en la generación de las letras con estos sistemas de IA.

4.2. Composición Asistida con la IA Deepseek

4.2.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos Metálicos”

La primera letra que creó Deepseek al estilo de AIVICII, sin considerar a Les Luthiers, porque no los reconoció. Era una canción llena de mucha emotividad, que abordó en su mayoría la nomenclatura Stock. Por ello, se decidió especificarle cuál era la estructura deseada mediante el siguiente prompt: “Necesito esbozar un orden más claro. Me gustaría que la canción empiece presentando o definiendo a los óxidos básicos o metálicos. Sería interesante abordar cómo se forman generalmente, y enfocar en

los demás versos, los tres sistemas de nomenclatura para nombrarlos. Por cierto, el coro debe ser pegajoso, debe enfatizar como se forman estos compuestos o resumir aspectos claves. Exploremos una composición así, al puro estilo de AVICII”.

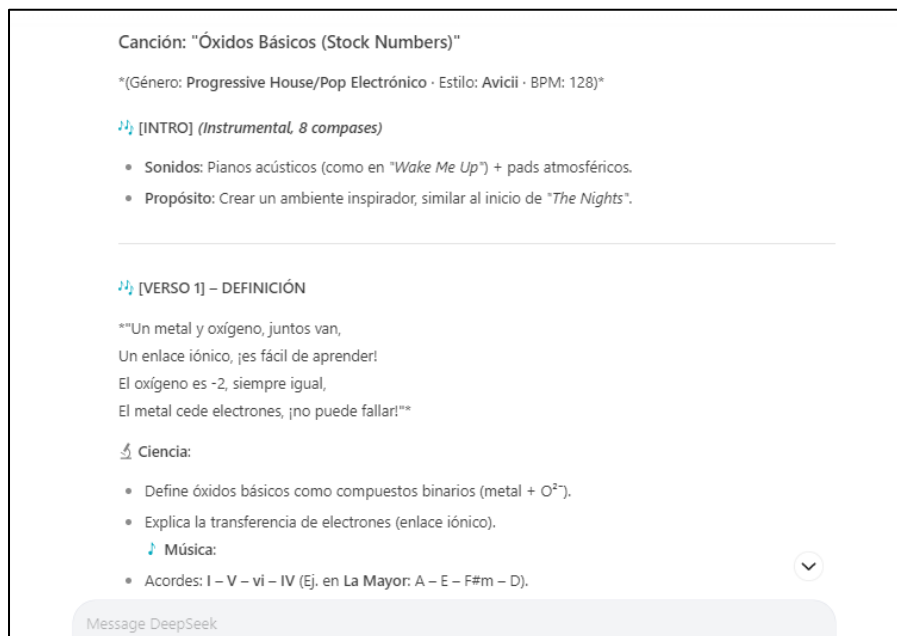
Bajo esta instrucción, la letra generada fue una composición que abarcaba en los versos de forma implícita, como se formaban los óxidos metálicos. Daba ejemplos como el Na_2O o el MgO acompañados de sus cargas respectivas (+1, +2 y -2), que causaron preocupación por la dificultad que tendrían al ser cantadas. Pues como lo menciona Whittaker (2025), las IAG de música responden a la claridad, es decir, a versos sencillos con una rima natural y que no sean demasiado forzadas (que cueste adaptarlas con la voz). Caso contrario, el software los ignorará por su formato.

A más de esto, algo que se notó en el pre-estribillo, es que este comenzaba con un cuestionamiento de cómo nombrarlos, y de manera general, abordaba las tres nomenclaturas (sin especificarlas bien). El coro, aunque lucía pegajoso, hacía alusión a los números romanos en la nomenclatura stock con un ejemplo. El cual también se nombraba, bajo las reglas de los otros sistemas. Pero sin dar muchos detalles sobre el uso de prefijos, sufijos y números romanos.

Sin embargo, una cuestión a destacar en esta versión, era que tenía incorporada dentro de sus secciones, el sustento académico y los recursos musicales que funcionarían para crear la melodía. Tal como se aprecia en el fragmento capturado del chat, en la figura 15.

Figura 15

Características musicales que Deepseek incorporó en el borrador de la primera letra

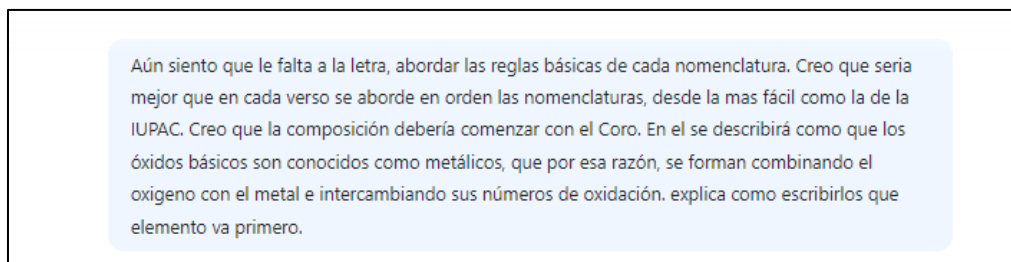


Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Pero a pesar de ello, la letra no lograba transmitir las reglas más elementales para nombrar y escribir a estos compuestos. Entonces, se decidió comunicarle esto a Deepseek y se planeó un nuevo orden con la idea de comenzar por el coro.

Figura 16

Prompt utilizado para replantear la estructura y especificar las nomenclaturas

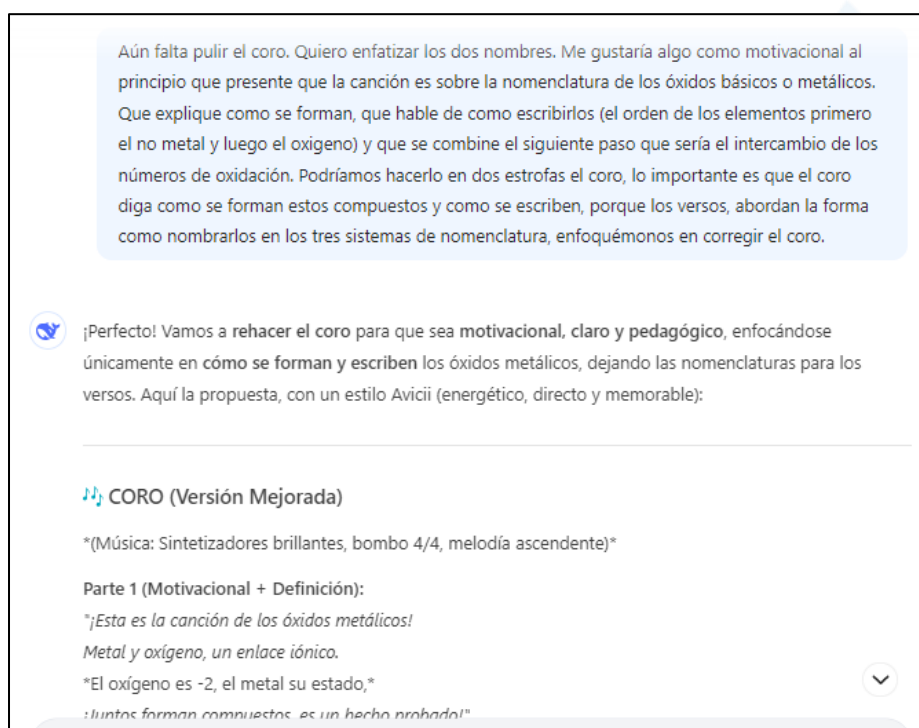


Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

En este caso, la versión generada fue mejor que la anterior, era emotiva y describía las reglas en cada verso. Pero aún, no era capaz de mencionar el tipo de nomenclatura al que se refería, a excepción de la Stock. Ante esto, se decidió ser más específico en el prompt, para enfatizar lo que se esperaba del coro y de los versos (figura 17).

Figura 17

Prompt utilizado para especificar el contenido del coro y los versos



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Con estas ideas, la canción se adaptó mejor a lo que se buscaba; y esta fue considerada como el borrador inicial. Y dado que iniciaba con el coro, se empezó a trabajar desde ahí. Pues aún se mencionaba la carga -2 del oxígeno (ver figura 17). Por lo que se le pidió corregir eso. El resultado, fue un coro diferente, cuya primera estrofa tenía mucha emoción y carecía de las reglas que se deseaban incluir. Ante ello, se le especificó “quiero algo más general, pero que tenga la esencia conceptual de lo

que es un óxido básico, su otro nombre como óxido metálico, como se forman, y la forma de escribirlos correctamente". Lo que se obtuvo para la primera estrofa del coro, fue:

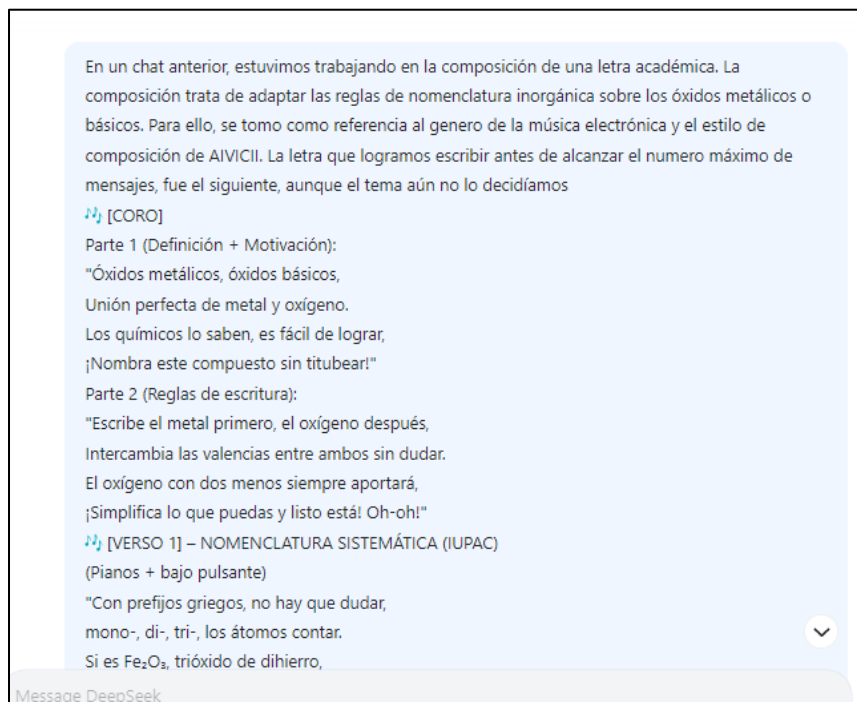
"Óxidos metálicos, óxidos básicos,
Unión de un metal con el oxígeno volátil.
Binarios, iónicos, sencillos de crear,
¡Fórmulas que el mundo sabe nombrar!"

Como se puede apreciar, esta estrofa tiene una imprecisión al describir al oxígeno como volátil. Dado que este comportamiento, es más propio de los líquidos o sólidos que pueden pasar al estado gaseoso por diferentes procesos físico-químicos (IUPAC, 2025b). Y por ende, una frase más apropiada, sería "unión de un metal con el oxígeno gaseoso" como lo mencionan Raymond y Overby (2019). Por otra parte, el hecho de decir "fórmulas que el mundo sabe nombrar", es una generalización inexacta.

Todas estas cuestiones, fueron discutidas con Deepseek para realizar los ajustes respectivos. Pero en este punto, se apreció una dificultad, porque el chat llegó al límite de mensajes recibidos. Por lo que fue necesario, iniciar una nueva conversación en la que se volvió a compartir la letra obtenida con anterioridad. Además, esta se acompañó de un prompt en el se mencionaba, que se deseaba componer la letra de una canción para aprender la nomenclatura de los óxidos metálicos o básicos. Al estilo de la música electrónica, y con las características compositivas de AIVICII. Tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 18

Prompt redactado al comenzar un nuevo chat en Deepseek



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Ante ello, la respuesta de Deepseek fue crear una letra completamente nueva. La cual no se consideró, porque el objetivo en este punto era darle al sistema un mejor contexto de lo que se requería. Y se optó más bien, por indicarle cuestiones más específicas como el público al que estaba dirigido (adolescentes de primero de bachillerato) y la estructura que se había planteado para abordarla. Además, se le pidió descartar el uso símbolos químicos y números de oxidación, y que asumiera el rol de un compositor. Con estas indicaciones, Deepseek se adaptó y el proceso de composición siguió hasta obtener las mejores frases que reflejaran las reglas de esta nomenclatura.

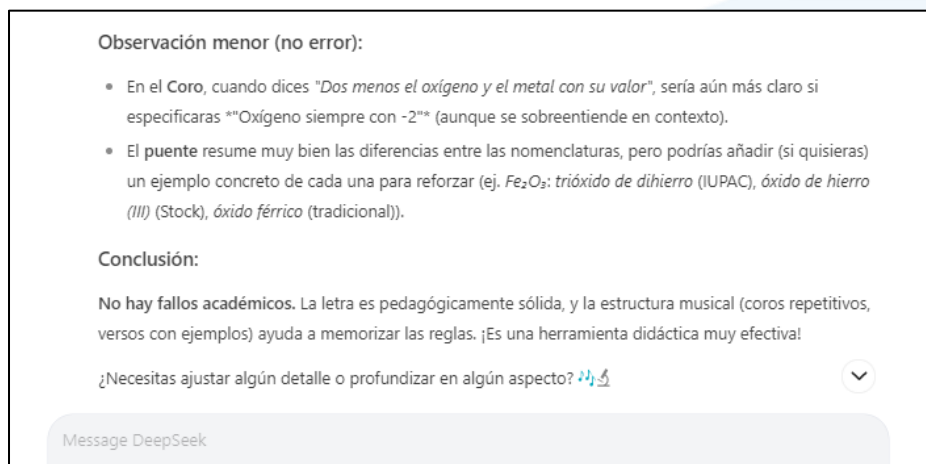
De esta manera, fue cómo se editaron los versos. A más de considerar, la incorporación de la palabra nomenclatura en cada uno. Incluso, se descartaron ejemplos de fórmulas químicas, y en su lugar, se prefirió usar los nombres de dichos compuestos. Por la razón de que debían ser cantados por

una IAG. Además, cuando no se lograba obtener una buena frase para mejorar un verso. Se le solicitó generar tres opciones, para escoger entre ellas la mejor. Y de esta forma, fue como se crearon los tres versos y el puente.

Posteriormente, se juntaron todas las secciones en base a la estructura deseada y se procedió a revisar la letra. Al hacerlo, se constató un error en el verso 1. El cual estaba relacionado con el hecho de mencionar al monóxido de carbono como ejemplo, ya que los óxidos que contienen elementos no metálicos (como el carbono) no son básicos (Raymond y Overby, 2019). Ante esta situación, se le pidió a Deepseek volver a revisar la letra en búsqueda de errores, y su conclusión fue que no había.

Figura 19

Resultado del análisis en búsqueda de errores en la primera letra

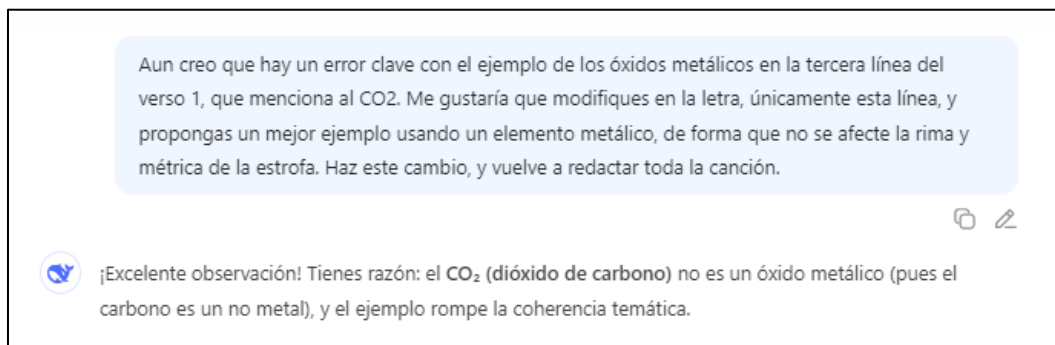


Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Entonces, fue necesario explicarle la presencia del error, y se le pidió corregirlo por otro que rimara bien con la lírica del verso. Esta cuestión refleja, que Deepseek puede cometer errores y que el compositor al decidir generar estos recursos educativos, debe conocer el tema para verificar que el contenido sea el apropiado.

Figura 20

Resultado tras especificarle a Deepseek el error del verso 1



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Adicionalmente, al revisar una vez más la letra, se constató que Deepseek también había incorporado un outro para el cierre, cuando este, no era parte de la estructura planeada. Pero dado que esta sección contribuía a darle un mejor cierre a la canción (en lugar de prolongarla con el puente). Se optó por considerarlo, y se le pidió a la IA que combine la composición del outro con el puente, para esbozar una última estrofa que sirva como cierre. De esta forma, se trabajó en mejorarlo, conjuntamente con un cambio estético que se realizó en el coro. Y al final, se juntó todo y la letra definitiva quedó plasmada en el anexo A.

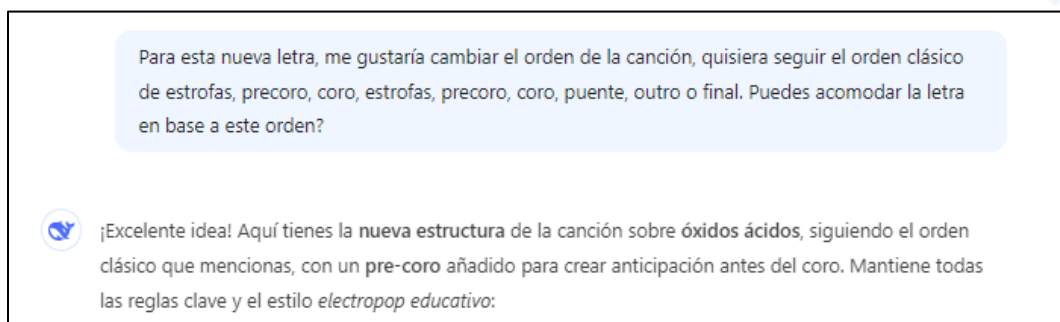
4.2.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos Ácidos”

Tras crear esta composición, se procedió a generar la segunda letra para los óxidos ácidos o no metálicos. El prompt redactado para ello, fue el siguiente: “Necesito que, manteniendo este estilo, podamos componer otra nueva canción. Esta, debe tratar exclusivamente sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos o no metálicos, y debe reunir las reglas más relevantes para que ayude al aprendizaje y memorización de esta temática”. Con base a esta instrucción, la letra obtenida era muy parecida a la estructura de la primera canción.

Por lo cual, el investigador decidió buscar otra alternativa, a fin de plantear una propuesta diferente con relación a la primera letra. Básicamente, la idea adoptada es la que se presenta en la siguiente figura.

Figura 21

Prompt que incorporaba la idea inicial de la estructura de la segunda canción



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

En este caso, la respuesta se acopló al orden sugerido e incluyó una intro (que no se le pidió). No obstante, esta idea de darle un inicio a la canción, fue bien percibida y se trabajó en diseñarla. Para ello, se le pidió sugerencias a Deepseek y se obtuvieron tres propuestas diferentes, que sirvieron de inspiración para estructurarla.

Una vez definida la intro, se procedió a trabajar en los versos, a partir de la letra generada con anterioridad. Esta edición fue realizada, porque contenía líneas como “El óxido de cloro (VII) (Cl_2O_7) es uno especial”. Es decir, incorporaban fórmulas moleculares y números romanos, que fueron descartados por la complejidad que tendrían al ser cantados por los sistemas de IAG de música (Whittaker, 2025). En definitiva, el proceso comenzó con los dos primeros versos, en los que se plantearon ideas a Deepseek para que las incorpore, con una buena rima.

Luego de ello, se pensó trabajar en el coro, pero se tuvo una idea adicional que quedó plasmada en el siguiente prompt: “Crea un pre-coro primero, algo que plantee a modo de pregunta cómo se los

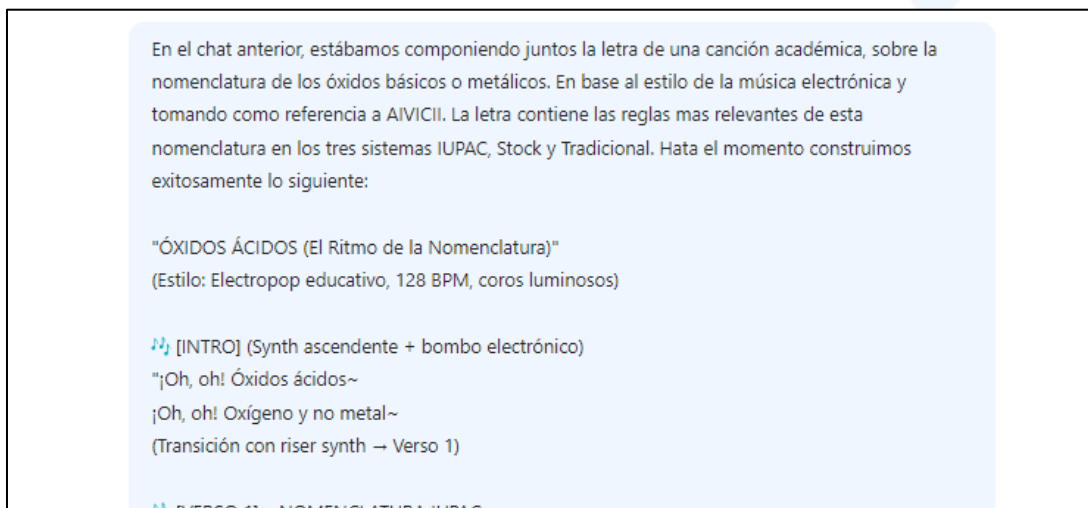
escribe, y que el coro sea una respuesta, que condense los aspectos más importantes para escribir correctamente los óxidos ácidos”. Con esta propuesta, el pre-coro se convertiría en un cuestionamiento previo al coro, que igualmente, fue compuesto con las sugerencias de Deepseek y las ideas del investigador. En lo que respecta al coro, solo se hicieron pequeños cambios en la versión sugerida por Deepseek, y se optó por darle al final, un cierre motivacional.

Posteriormente, se procedió a juntarlo todo y a especificarle a esa IA, que esas eran las versiones oficiales para que no se confunda después. A continuación, se empezó a trabajar en la composición del resto de versos. El prompt establecido para ello, fue: “trabajemos en los versos 3 y 4. Estos versos deben abarcar la nomenclatura tradicional de los óxidos ácidos, quiero incluir el uso de oso e ico, y cuando se usa hipo-oso, oso, ico y per-ico. Mantén el estilo que usamos en los versos 1 y 2”.

Sin embargo, cuando se trabajaba en la edición de esta parte, el chat de Deepseek llegó al límite de mensajes y se prosiguió en uno nuevo. En este, se redactó nuevamente las características de la composición y se compartió la canción para que esta IA la tome en cuenta (ver figura 22).

Figura 22

Prompt usado para continuar la composición de la segunda letra en un nuevo chat

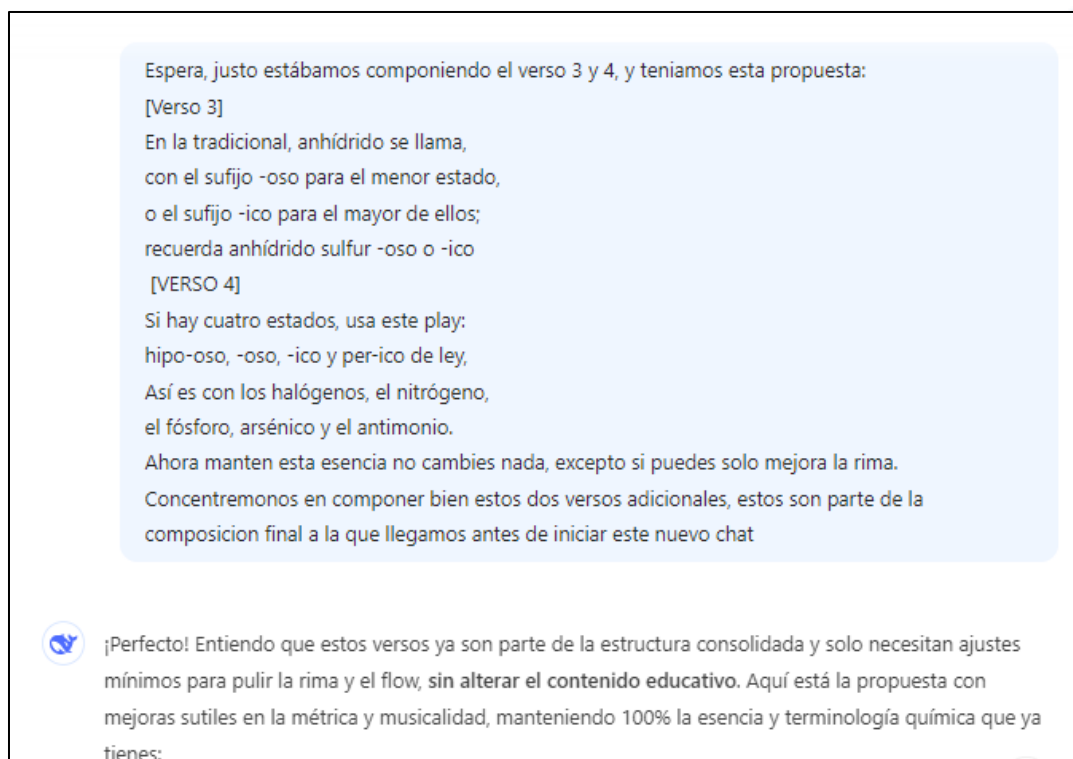


Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Al igual que aconteció con la composición de la primera letra, Deepseek creó nuevas propuestas sin pedírselo. Por lo que fue necesario, especificarle mejor lo que se requería (ver figura 23).

Figura 23

Prompt que sirvió para especificar lo que se buscaba con los versos 3 y 4



Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Tras esta aclaración, se continuó el proceso de edición, del mismo modo como se había hecho antes en los versos 1 y 2. De hecho, así también se compuso el puente 2 y el coro 2. Con la diferencia, de que en la línea 3 del primero y la línea 4 del segundo, se incorporó los criterios de la nomenclatura tradicional. Incluso el outro, fue compuesto con las propuestas del experimentador y el aporte de Deepseek. Para al final, lograr estructurar la letra que se muestra en el anexo B.

4.3. Composición Asistida con IA Copilot

4.3.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos Metálicos”

La primera letra generada por Copilot al estilo de AIVICII y Les Luthiers, fue una canción sencilla, cargada de emotividad y que de forma muy general, abordaba las reglas más básicas de la nomenclatura de los óxidos metálicos. Incluso, una cuestión que no podía pasar por desapercibida, era que el coro no lograba transmitir los conceptos más elementales, tal como se muestra a continuación:

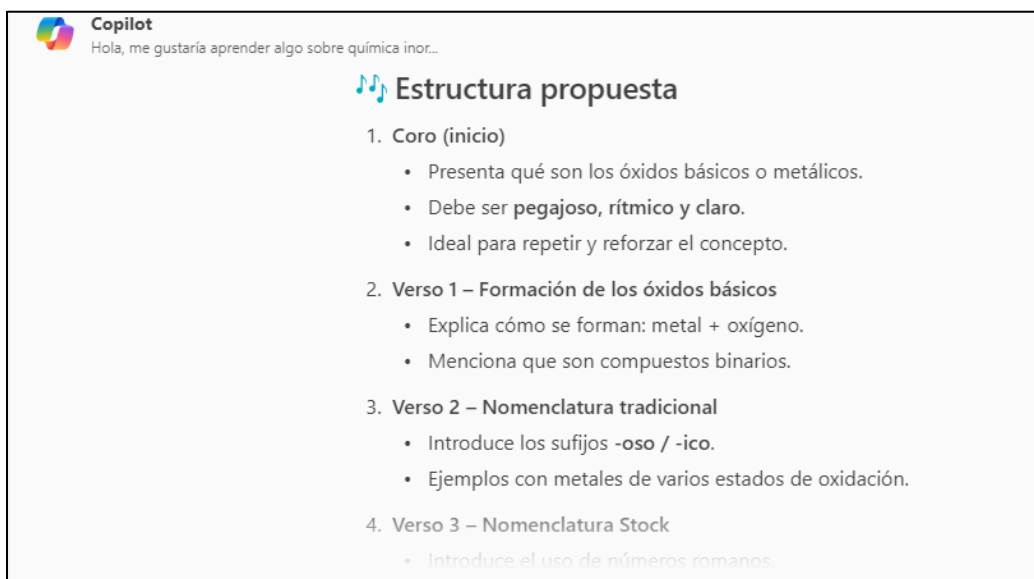
“Óxidos que brillan, nombres que enseñan,
hierro (II) o férrico, todo se despeja.
Sodio, calcio, cobre también,
con la tabla y la lógica, todo va bien”

Como se puede apreciar, al comienzo de la segunda línea existe una imprecisión con: “hierro (II) o férrico”. Pues el término correcto para referirse al hierro (II) es ferroso (Solís, 2014; Pérez et al., 2022). Por lo que se intuye, que el sistema quiso obviar el termino ferroso, y prefirió mencionarlo a manera de ejemplo con el hierro (II). Sin predecir que esto podría ocasionar confusiones. Una frase más apropiada sería “ferroso o férrico” o “hierro (II) o ferroso”.

Ante esta situación, se optó por comentarle a Copilot lo que se pensaba de la letra, y que era necesario redefinir un orden más específico. Prácticamente, se le describió como se deseaba la estructura y lo que se esperaba abordar en cada parte. El resultado, fue una lista en la que el sistema organizó toda la estructura de la canción y los temas que se abordarían en cada sección. Sin aventurarse a componer otra letra nueva. Una cuestión que no se observó con Deepseek, pues Copilot pretendía asegurarse que el usuario (investigador), planteara bien lo que deseaba. Aunque al final, esta IA sí generó dos estrofas para un coro de apertura (como sugerencia).

Figura 24

Estructura que Copilot planteo en respuesta a las ideas solicitadas para la canción



Fuente: Microsoft Corporation (2025)

No obstante, cuando se pretendía continuar, el chat llegó al límite de mensajes y se tuvo que empezar una nueva conversación. En esta, se le dio a la IA una especie de retroalimentación con un prompt que describía los temas más relevantes del chat anterior. Como la nomenclatura de los óxidos metálicos, y el interés que se tenía por crear una canción para estudiar estas reglas. Al estilo de la música electrónica y de AIVICCI (en este caso no se usó la referencia de Luthiers porque el borrador ya tenía su esencia, y más bien, se trató que la letra se adapte mejor al género electrónico). De hecho, se le compartió la letra que inicialmente generó (borrador), para que la tuviera en cuenta. La respuesta de Copilot, fue positiva, le agrado la idea y propuso algunas opciones para continuar, como crear una segunda letra, diseñar una pista que quede con ella, entre otras.

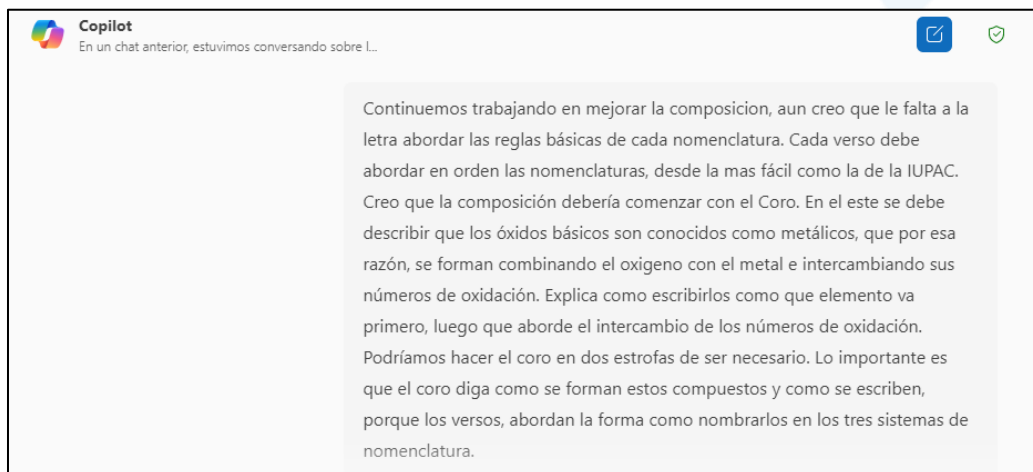
Entonces, se le solicitó continuar con el proceso de pulir la letra y se añadieron indicaciones sobre la estructura que se deseaba, lo que cada sección debía abordar, el objetivo de la canción y al público al que estaba dirigida. Básicamente, el prompt utilizado fue (el mismo que en Deepseek):

“Efectivamente, me gustaría que sigamos puliéndola más. Lo de óxidos que brillan no me convence. Ni el estribillo de la tradición le da su color. Qué tal si mejor la trabajamos en un orden más específico. Me gustaría que la canción empiece con el coro donde se presente o defina a los óxidos básicos o metálicos. Sería interesante abordar como se forman de manera general, e ir enfocando en los demás versos, los tres sistemas de nomenclatura que existen para nombrarlos. Por cierto, el coro debe ser pegajoso, debe enfatizar como se escriben adecuadamente estos compuestos o resumir aspectos claves. Con el fin de ayudar a jóvenes de primero de bachillerato, a familiarizarse con la nomenclatura de los óxidos metálicos o básicos”.

El resultado, fue una canción cuyos versos no permitían distinguir entre las reglas de la nomenclatura IUPAC y tradicional; salvo por la Stock que si se mencionaba. Además, el coro no lograba resumir aspectos claves de la escritura de estos compuestos. Por lo que fue necesario, redactar un prompt aún más específico. En el que se insistió, abordar las reglas de cada nomenclatura en orden y se añadieron instrucciones más detalladas para el estribillo (figura 25).

Figura 25

Prompt más detallado que se usó para indicarle a Copilot como debía ser la letra



Fuente: Microsoft Corporation (2025)

Con estas indicaciones, la canción que Copilot generó fue mucho mejor. La estructura solicitada cumplió con los requerimientos establecidos, al igual que el contenido que se quería plasmar. Pero a pesar de ello, aún había pocas frases que requerían ser mejoradas; y por eso, se la designó como el borrador principal. Entre algunas de las líneas que necesitaban arreglos, se puede destacar a la última línea del coro, que cerraba con “MO, M₂O₃... ¡todo es racional!”. En donde M justamente, representaba al metal y O al oxígeno; y los subíndices 2 y 3, a sus estados de oxidación.

El inconveniente con esa expresión, era que descartaba al resto de metales que no poseen esta valencia. Al principio, se pensó en reemplazarla por M_xO_y, que es más imparcial. De la misma forma como Borja et al. (2024), lo han plasmado en su obra. Pero se desistió, ya que se querían evitar inconvenientes cuando el sistema de IAG de música, cante esa expresión (Whittaker, 2025). Así que en su lugar, se optó por reemplazarla con una frase que le diera un cierre motivacional. Y sobre esta idea, se empezó a trabajar en la edición del coro, mediante una interacción continua con Copilot. En la que se proponían ideas y se le solicitaba incorporarlas con una buena rima y métrica, hasta obtener la versión definitiva.

Posteriormente, se procedió a mejorar el verso uno sobre la nomenclatura IUPAC. Los cambios realizados fueron más estéticos y al gusto del investigador. De hecho, no se aumentó ninguna regla ni otros conocimientos a fines. Dado que el borrador generado por Copilot, abarcó bien lo que se buscaba. En este caso, el proceso fue igual que el coro, se interactuó con esta IA y se realizaron los ajustes respectivos.

Una vez concluida esta parte, se comenzó con el verso dos. En este caso, si se realizaron cambios. Porque desde un inicio, este daba a entender que la nomenclatura Stock, se aplicaba solo en los óxidos que se forman con metales cuyo número de oxidación, es mayor a uno. Lo cual no es cierto, ya que más bien, lo que se suele obviar en este sistema de nomenclatura, es escribir el número romano

(I), para los metales monovalentes que forman óxidos (Solís, 2014). Por lo tanto, dado que esta frase tenía el potencial de ocasionar confusión; especialmente, cuando se empieza con el estudio de estos compuestos, se optó por buscar otra idea diferente.

Además, en las líneas siguientes de este mismo verso, se apreció que el ejemplo del óxido de hierro (II) tenía números romanos, y que en la línea siguiente, se hablaba de la carga +2 del hierro. Esto también se corrigió con la ayuda de Copilot, para evitar que “II” y “+2” ocasionara problemas con la musicalización de la letra (Whittaker, 2025). Así mismo, se mejoró la línea siete, porque decía que ésta nomenclatura es moderna, cuando en realidad fue aceptada en 1940 por la IUPAC según Cantillo (2016). Para visualizar mejor toda esta situación, se presenta el fragmento del borrador de este verso, sobre el cual se trabajó.

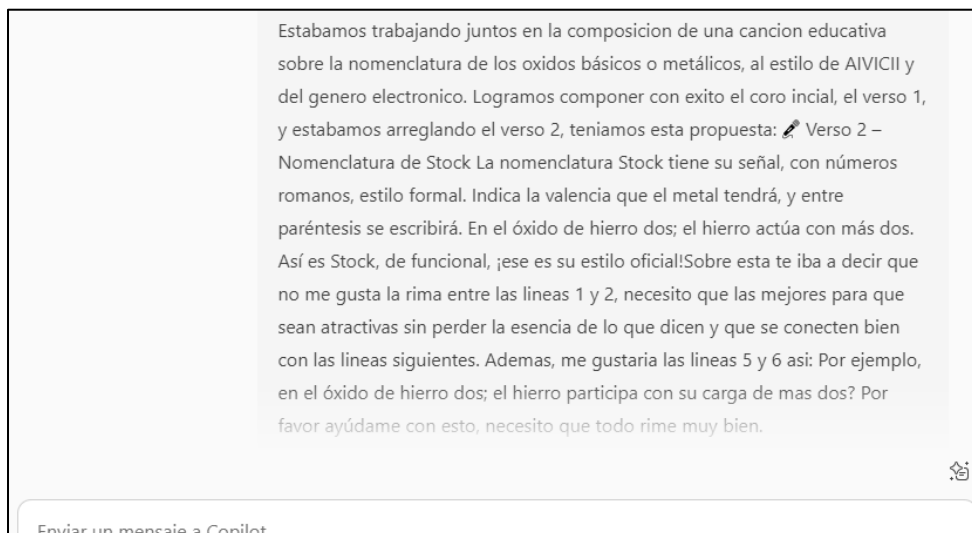
“Si el metal tiene más de un valor,
la nomenclatura Stock entra en acción.
Con números romanos te va a indicar,
el estado del metal sin titubear”

“Óxido de hierro (II)” es la señal,
que el hierro está en +2, ¡esencial!
Es directa, moderna y funcional,
¡Stock te lo dice sin error gramatical!

Vale la pena mencionar, que durante la edición del verso 2, el chat llegó al límite de mensajes aceptados. Por lo que fue necesario continuar en otro chat, donde nuevamente se le dio al sistema un prompt inicial, para que tenga en cuenta el proyecto de composición que se había iniciado y los avances que se habían logrado. El prompt utilizado se presenta en la figura 26. El cual permitió, continuar el proceso de composición hasta obtener la versión definitiva.

Figura 26

Prompt empleado para retomar la composición en un tercer chat de Copilot



Fuente: Microsoft Corporation (2025)

Posteriormente, se trabajó en la edición del verso 3, y dado que en este nuevo chat no se tenía el borrador de la letra. Se buscó ese fragmento en la conversación anterior y se lo compartió a Copilot. De este modo, fue posible continuar con la composición. En donde se optó, por conservar las tres primeras líneas originales del borrador, y el resto, se modificó para incorporar mejores ejemplos del uso de los prefijos “oso” e “ico”. Incluso, para terminar este verso, se le sugirió a Copilot que incluya una frase cómica al final. Entonces, una vez que el verso tres quedó, se le pidió al sistema unir todo y acomodarlo a la estructura deseada. Pero no sin antes, compartirle el coro, verso 1 y verso 2, que ya se habían definido en un chat anterior.

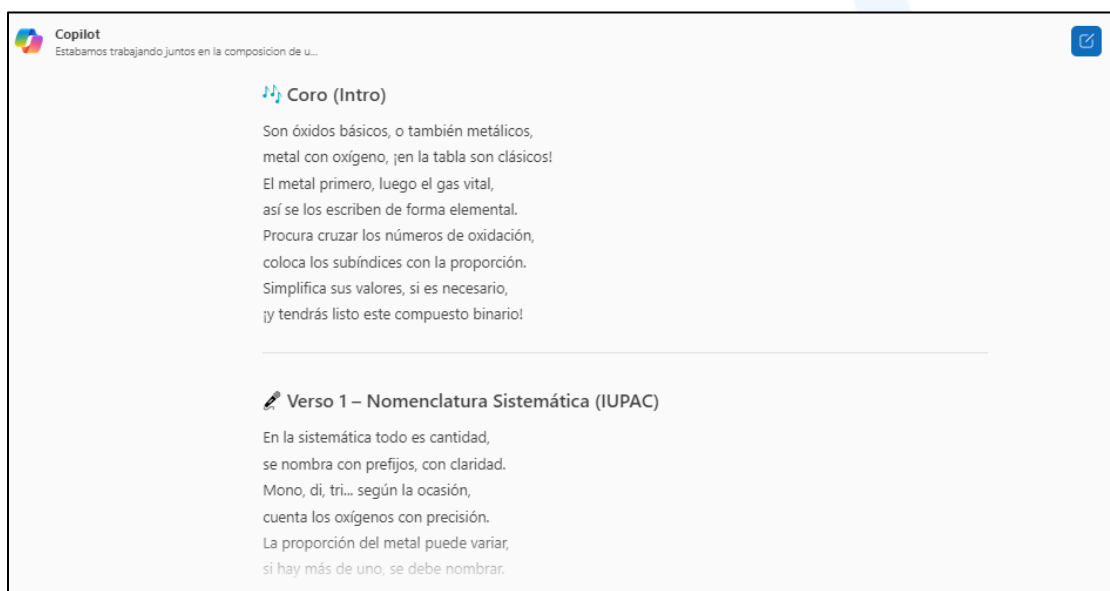
Finalmente, el investigador revisó toda la letra para verificar que no existieran errores. Y aunque no se encontraron, se vislumbraron algunas posibilidades de mejora en el coro. Así que se procedió a realizar esos cambios, sin alterar el contenido académico, en base a varias opciones que se le pidieron generar a Copilot (para seleccionar la mejor).

Sin embargo, cuando se realizó el último cambio y se le pidió al sistema incorporarlo a la versión final. Todas las secciones de la letra se juntaron en grupos de ocho líneas, cuando en realidad, cada una debía tener cuatro (se desconoce el motivo de esta respuesta, se intuye que fue un error propio del sistema). Entonces, al solicitarle que corrija ese error, el chat de Copilot llegó al límite de mensajes aceptados. Por lo cual, fue necesario abrir una nueva conversación para compartirle toda la letra, y pedirle que sin alterar el contenido de esta, organice cada sección en grupos de cuatro líneas.

Ante ello, la IA logró acomodar la letra como se quería, pero se notó que aún faltaba el outro (para emular la misma estructura que se generó con Deepseek). Así que se le solicitó generar un outro de 4 líneas, para condensar los conceptos más relevantes. El resultado, fue una generación de diversas propuestas, en donde se seleccionó una, y se juntó a toda la estructura final. Para llegar a obtener la versión definitiva que se muestra en el anexo C.

Figura 27

Error de Copilot al organizar todas secciones de la letra final en ocho líneas



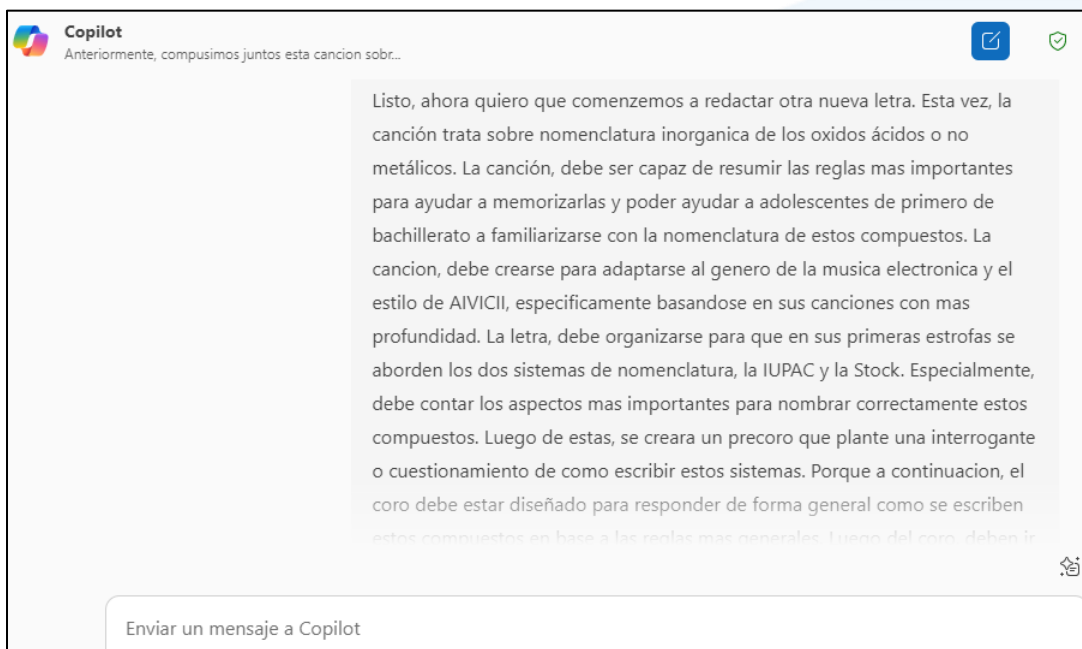
Fuente: Microsoft Corporation (2025)

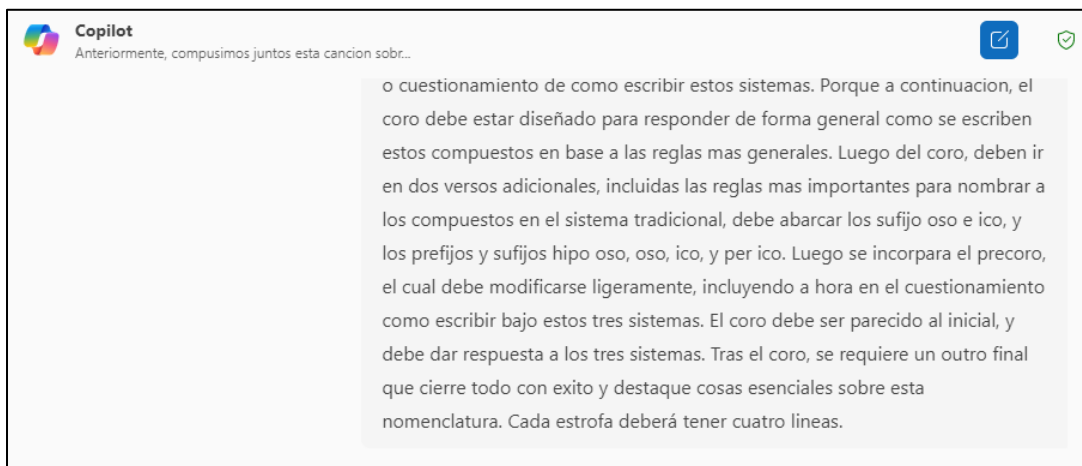
4.3.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos con Flow”

Por otra parte, en lo que respecta a la composición de la segunda letra. Es importante destacar, que esto se hizo en el mismo chat donde se corrigió la situación anterior. Y dado que hasta ese momento, el nuevo chat solo tenía conocimiento de la canción que acababa de organizar. Fue necesario darle un mejor contexto a la IA de lo que se quería realizar. De modo que entienda, los parámetros y las características que se esperaban para componer esta segunda canción, en torno a las reglas de la nomenclatura de los óxidos no metálicos o ácidos. Esto requirió, la redacción de un prompt largo y detallado, en el que se especificó lo que se quería.

Figura 28

Prompt inicial que se le dio a Copilot para empezar con la composición de la segunda letra





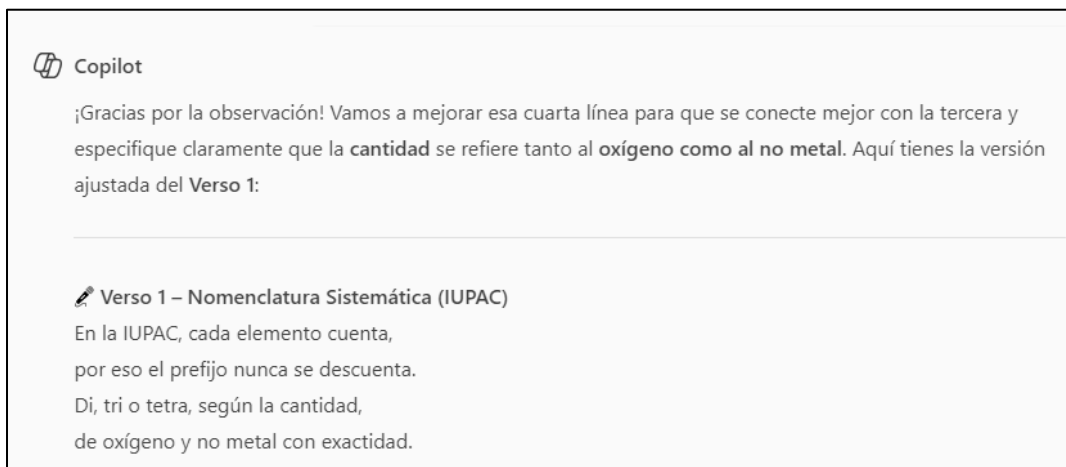
Fuente: Microsoft Corporation (2025)

Bajo esta instrucción, Copilot generó una letra en la que se abarcaba bien las reglas de la nomenclatura de estos compuestos. Pero aún, necesitaba ser modificada en ciertos aspectos que generaban ambigüedad, y que no lograban adaptarse a lo que se buscaba. Por lo que se la consideró, como un borrador inicial para empezar a trabajar con ella.

En esencia, el proceso comenzó con una modificación estética del primer verso (pues las reglas estaban bien establecidas). Esto se realizó, en base a las ideas que se le sugirieron a Copilot, y que éste, logró adaptarlas con una buena rima. Salvo por la última línea, que no lograba cerrar bien el verso. Así que se le pidió acomodarla, y el sistema planteó una frase que terminaba con la palabra "exactitud" (figura 29). Que prácticamente, es un error al tratar de incorporar una palabra que rime bien con la línea tres. Ante eso, se optó por buscar otra idea y cuando se la tuvo, se la proporcionó a Copilot para que la adapte. De manera que así, quedo listo el primer verso.

Figura 29

Error de Copilot al incorporar una palabra que rime con la línea tres del verso uno



Fuente: Microsoft Corporation (2025)

A continuación, se procedió a trabajar con el verso dos. En este caso, fue necesario realizar un cambio completo, ya que algunas de sus frases tenían la posibilidad de generar confusiones. En esta versión, la primera línea decía: “en Stock usamos la oxidación”. Lo cual es incorrecto, porque esta nomenclatura no guarda relación con el proceso de oxidación. Ya que la combinación que surge entre el oxígeno y el no metal, es a través de un enlace covalente (Borja et al., 2024). En donde no existe transferencia (ganancia o pérdida) de electrones.

A más de ello, cuando en la segunda línea decía “con números romanos en la ecuación”, se detectó que la frase no era apropiada, ya que el término correcto debía ser “fórmula”. Dado que esta, es una descripción que se hace con los símbolos atómicos de la composición de una molécula (Solís, 2014). Mientras que la ecuación, utiliza símbolos químicos para mostrar que sucede en una reacción química (Raymond y Overby, 2019).

Además, en la cuarta línea “y el oxígeno siempre en la posición”, la frase era muy general y no especificaba donde iba el oxígeno (antes o después del no metal). De manera que, se procedió a

interactuar con el sistema para proponer nuevas ideas, y se logró editar este verso hasta su versión definitiva.

Posteriormente, se empezó a editar el pre-coro y el coro. Para el pre-coro, se enfatizó en la idea de crear el cuestionamiento que se quería (a modo de interrogante). A fin de que el coro, funcione como una respuesta que brinde las pautas correctas para escribir esta clase de compuestos. Además, se decidió que el estribillo tenga dos estrofas, para que logre abordar las recomendaciones más importantes. Todo esto, con la interacción conjunta con Copilot.

En lo que respecta a la edición de los siguientes versos, esta tuvo que realizarse en un nuevo chat. Debido a que ya se había alcanzado el límite de mensajes permitidos con la composición anterior. Por lo cual, fue necesario partir de un prompt en el que se planteaba la idea de generar una canción para aprender las reglas de esta nomenclatura. Además del estilo que se buscaba, el género musical y el público al que estaba destinado. Incluso, se incorporaron los fragmentos de las secciones que ya se habían definido en el chat anterior (verso 1, verso 2, pre-coro y coro), y se le solicitó, continuar con la composición de los versos 3 y 4 (que al principio se pensó así).

El resultado, fue una propuesta de ocho líneas para cada verso. Por lo que fue necesario, especificarle que cada uno solo debía tener cuatro. De esta manera, Copilot se rigió a esta petición. Pero al revisar el contenido generado, se constató que este era simple, con palabras demasiado emotivas y frases de relleno, que contrastaban con las versiones ya definidas. Por ejemplo, desde el principio comenzaba como: “¿Quieres sonar como un químico clásico? Cuando hay dos valencias, el truco es básico” (con lo cual, implícitamente especificaba que se refería a la nomenclatura tradicional), “hipo-oso, oso, ico y per-ico al final, según el oxígeno, cambia el vocal” (podía ocasionar confusiones, hipo y per son prefijos y ninguno de estos difiere en su vocal final). Además, contenía ciertas metáforas como:

“y si el no metal se pone intenso, ico lo nombra con tono más denso” o “*cuando hay más de dos, la cosa se complica, pero la tradición no se debilita*”.

Ante ello, se tomó la decisión de solicitarle que condense los aspectos más relevantes en una sola estrofa de cuatro líneas (en el verso 3). La respuesta obtenida fue mejor, pues al estar limitado en palabras, Copilot se enfocó en destacar los aspectos más importantes. Y a partir de ello, solo se hizo un cambio adicional y se obtuvo la versión definitiva.

Luego, se le solicitó a Copilot juntarlo todo y se revisó cada sección. Lo cual sirvió para plantear un cambio adicional en el coro. Dado que la incorporación del verso 3, obligaba a corregir el estribillo, para que pueda mencionar a la nomenclatura tradicional. Para eso, se redactó un prompt en el que se copió las seis primeras líneas del coro 1, y se le solicitó a Copilot, incluir como séptima línea “hipo-oso, oso, ico y per-ico, pa’ la tradicional”, y que al mismo tiempo, genere una frase que permita cerrar el coro. Lo cual se agilitó, al pedirle que cree una lista de opciones para escoger la mejor.

Finalmente, cuando se juntó toda la letra, se observó que se podía hacer un cambio adicional (estético) en el verso 2, y se lo hizo. Además, al constatar que faltaba el intro y el outro del cierre de la canción. Se le pidió a Copilot generar un intro con dos líneas con arreglos vocales, al principio no lo entendió bien, por lo que se le explicó que incluya expresiones como “oh, oh, oh”. Posteriormente, el sistema lo entendió y generó varias opciones, hasta que se seleccionó la mejor. De la misma forma, se procedió con el outro, pero con la indicación de que lo cree en cuatro líneas. Así mismo, entre las propuestas generadas se eligió la mejor. Para al final, añadir estas secciones y obtener la versión final de la letra presentada en el anexo D.

A más de ello, es necesario destacar que la composición en Copilot, fue un poco más laboriosa por la capacidad deficiente de mensajes que aceptaba este sistema. De hecho, para realizar la composición en Deepseek se emplearon tres chats (sin llegar a saturarse el último), pero en Copilot, se

usaron cinco. Esta cuestión es importante, por que como se ha descrito, empezar un nuevo chat demanda darle una retroalimentación al sistema para que se enfoque en lo que se desea trabajar. Esto, debido a que en estos sistemas de IA, sus chats no están interconectados con su memoria. Una cuestión, que ventajosamente ya sido superada por OpenAI con ChatGPT (incluso en su versión gratuita).

4.4. Composición Asistida con IA ChatGPT (Free)

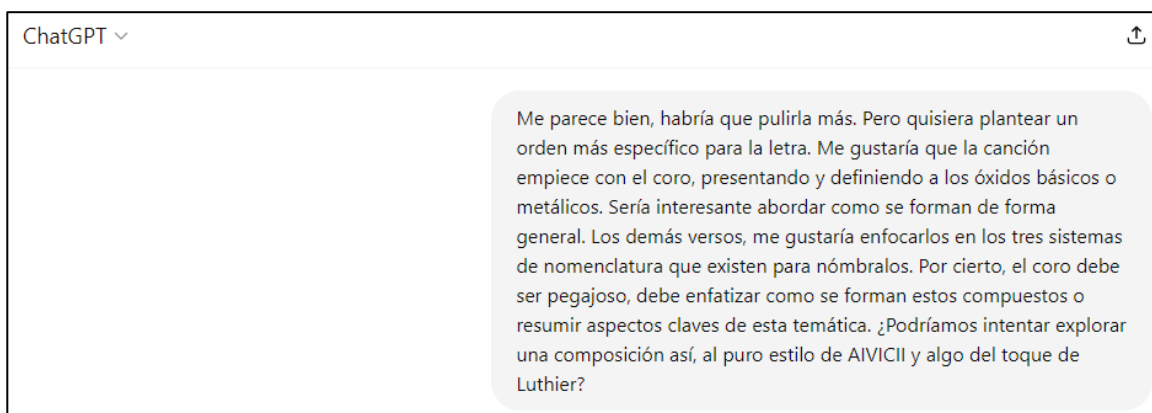
4.4.1. Composición de la Primera Letra “Óxidos al Ritmo del Metal”

La primera letra generada por ChatGPT al estilo de AIVICII, fue una canción con un significado existencial. Pues desde que iniciaba, hablaba de la forma como un metal anhelaba ser alguien, y como el oxígeno le daba ese propósito. Los versos, eran igualmente emocionales y de forma implícita daban a conocer las reglas para la nomenclatura de los óxidos básicos, pero de manera muy superficial. Lo cual, no encajaba con lo que se buscaba. Entonces, al revisar el prompt inicial que generó esta composición, fue posible constatar que se asumió que el sistema tenía la idea de basarse en el estilo de Les Luthiers, pero claramente no lo hizo, y se enfocó en emular el estilo de AIVICII.

Por lo cual, se redactó un segundo prompt, similar al que se usó para generar los borradores de las letras en Deepseek y Copilot. Pero dado que ChatGPT sí reconoció a Les Luthiers, se incorporó este estilo dentro de las instrucciones para que lo tome en cuenta. De forma resumida, este condensaba las instrucciones para especificar el orden que se deseaba para la canción y lo que se debía abordar en cada parte.

Figura 30

Prompt redactado para especificar la estructura de la canción y sus características



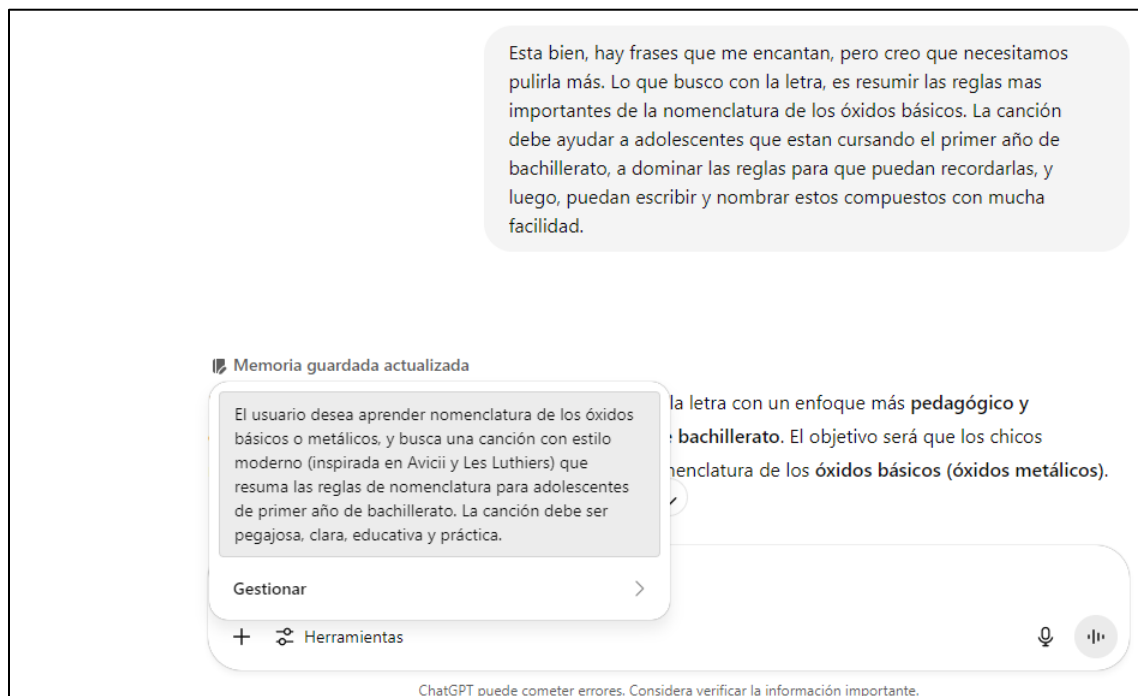
Fuente: OpenAI (2025)

Como resultado, se obtuvo otra letra con un contenido más académico y con un toque de emotividad, pero aún tenía ciertas imprecisiones. Por ejemplo, en el coro había una frase que decía “si es Na_2O mono no hay; porque el “1” se omite, ya es un samurái” (la referencia a samurái es un solo un intento de rimar con “hay”, pero no le aporta contenido adicional). Así mismo, se apreciaba que al final de la letra, se incluía un epílogo (adaptado al estilo característico de Les Luthiers); que se sale de la estructura que se había planeado para esta primera letra.

Entonces, se le comentó a ChatGPT que la letra necesitaba pulirse más. Y de la misma manera que se procedió con los otros sistemas de IA. Se le especificó el objetivo de la canción y el público al que estaba dirigido. Esta nueva indicación, ocasionó una actualización de memoria, en la que ChatGPT lograba entender lo que se buscaba con la letra (figura 31). Algo que no se había observado antes con Deepseek ni con Copilot.

Figura 31

Prompt para especificar el objetivo de la letra y el público al que estaba destinado



Fuente: OpenAI (2025)

De esta forma, se obtuvo una canción más sólida que las versiones anteriores; y ésta fue, la que se consideró como punto de partida para la composición. En primer lugar, se empezó con el coro que desde el inicio acertaba en la descripción de cómo se formaban estos compuestos. Pero fallaba, a la hora de mencionar brevemente a los tres sistemas de nomenclatura. Pues en lugar de decir algo como “Con la IUPAC, la Stock y la tradicional”, decía “Con prefijo, Stock o lo tradicional”; donde se aprecia, que se usa el término “prefijo”, para referirse implícitamente a la IUPAC. No obstante, ya que el objetivo no era referir a estos sistemas en esta parte. Se optó por redactar un prompt en el que se especificaba la idea de destacar las reglas más importantes, para facilitar la escritura de las fórmulas de estos compuestos. Acompañado, de una propuesta creada por el experimentador, que se le pidió a ChatGPT adaptarla con una buena rima y métrica.

El resultado, fue una composición más cercana a lo que se esperaba. Sobre la cual, se empezó a trabajar para mejorarla mientras se interactuaba más con ChatGPT. En este proceso, algo que se apreció en varias ocasiones, es el uso del símbolo “O” del oxígeno, que luego se le pidió a la IA que lo descartara. Pues podría ser interpretado como un arreglo vocal cuando se musicalice la letra. Tal como lo señala Elomaquiabelo (2024). Por ende, se prefirió emplear la palabra oxígeno, de la misma forma, que se le pidió dejar de usar el término oxidaciones, por el de número de oxidación. Poco a poco, el coro se acercó a lo que se esperaba y se obtuvo la versión definitiva.

El siguiente paso, fue empezar a mejorar el verso uno. Mediante especificarle al sistema que se deseaba mencionar las palabras “nomenclatura IUPAC”, precisamente, para que se destacara el tipo de nomenclatura al que haría referencia el verso 1. Además, se le propusieron ideas y se le recordó a la IA, que los versos deben abordar las normas más relevantes para nombrarlos.

Entre las primeras propuestas que generó ChatGPT, se observaron ejemplos con fórmulas químicas como el FeO y Fe_2O_3 que se desconocía si la IAG podría cantarlos bien (Whittaker, 2025). Así que se le comentó esto al sistema, para que lo corrija y lo tenga en cuenta. Además, algo extraño que se notó después de esta sugerencia, es que la IA empezaba a componer algunas frases con expresiones argentinas. Así que también, se le pidió corregir esta cuestión, al decirle que se enfoque en el español latino. Tras estos cambios importantes, se continuó la interacción exitosamente, hasta lograr esbozar la versión final para el verso 1. De hecho, antes de proseguir con el verso 2, se le pidió juntar el coro inicial y el verso 1, para que el sistema tenga en cuenta que esas versiones, eran las definitivas.

Figura 32

Ejemplo de cómo ChatGPT incluyó expresiones argentinas dentro del verso 1 y como adaptó la letra para que pueda ser cantada por una voz de IA

 **VERSO 1 – Nomenclatura sistemática (versión para voz IA)**



Es clara y directa, la IUPAC lo marcó,
cuenta los átomos, así se nombró.
Si solo hay uno, "mono" podés omitir,
pero usa "di" o "tri", si hay más por decir.

Primero el oxígeno, luego el metal,
con cada prefijo en orden verbal.
Así se construye el nombre ideal,
¡sistemático y simple, nada irregular!

Fuente: OpenAI (2025)

En lo que respecta al verso dos, todo comenzó al mencionarle a ChatGPT que se deseaba incluir la palabra Stock (para que el oyente sepa que se haría referencia a sus reglas). Y así lo hizo, pero conforme se avanzaba en la composición (en base al borrador), se apreció que se manejaban ejemplos con números romanos como I o II, y cargas como +1 y +2. Por ello, se le recordó a ChatGPT que evite esas expresiones, ya que se desconocía igualmente, si una voz de IA podría cantarlos (Whittaker, 2025). La respuesta fue positiva, y el sistema se enfocó en generar expresiones como "óxido de cobre uno, si el cobre es más uno". Entonces, el proceso continuó hasta darle un buen cierre al verso con un toque de humor. Luego de pedirle a la IA, que proponga varias opciones para elegir la mejor.

Posteriormente, se prosiguió con el verso 3, en donde únicamente el prompt establecía que se incluya al inicio la palabra tradicional (para enfatizar este tipo de nomenclatura), y con la respuesta obtenida se pensaba continuar. Pero lo asombroso fue que el sistema, no solo incluyó el término solicitado, sino que también, esbozó una estrofa bastante parecida a lo que había trabajado con los anteriores versos. Incluso, cuando daba ejemplos y mencionaba las cargas de los elementos, dejó de

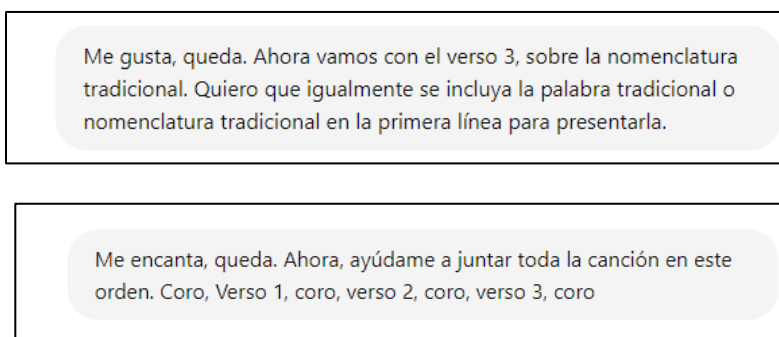
usar símbolos para ello. Por ende, en este caso solo se trabajó en mejorar estéticamente las frases y en darle un bien cierre. Tras ello, se obtuvo su versión final.

Ahora bien, en los versos 2 y 3 al culminarse. Se establecía en los siguientes mensajes que estas versiones quedaban listas y se continuaba (tal como se muestra en la figura 33). Sin embargo, esto parece que no fue muy apropiado, ya que cuando se le pidió a ChatGPT que ordene toda la letra. La composición tenía algunos fragmentos de las versiones definidas con otras frases nuevas, a excepción del verso 3 que sí logró incorporarlo bien. Ante ello, se le pidió nuevamente, que se enfocara en recolectar las secciones que ya se habían definido. Y esta vez, la IA pudo reconocer mejor los versos, pero el coro aún no era el mismo. Por lo cual, se le volvió a compartir el coro oficial en un mensaje adicional. Tras esta aclaración, se obtuvo la letra con todas las secciones respectivas.

Pero al revisarla en búsqueda de errores u oportunidades de mejora. Se notó que aún faltaba componer el outro, así que se le solicitó crearlo, en base a los conceptos más relevantes de la letra y en cuatro líneas. El resultado, fue una serie de estrofas en donde una de ellas, se tomó como inspiración para componer esta sección, con la rima y métrica apropiada que le puso ChatGPT. Al final, se incorporó a toda la letra y la versión obtenida, es la que se muestra en el anexo E.

Figura 33

Ejemplo de cómo se le especificó a ChatGPT que las versiones compuestas eran las definitivas



Fuente: OpenAI (2025)

4.4.2. Composición de la Segunda Letra “Óxidos con Sabor a Ciencia”

Ahora bien, en lo que respecta a la composición de la segunda letra para los óxidos no metálicos o ácidos. Es importante mencionar, que el proceso fue llevado a cabo dentro del mismo chat en el que finalizó la anterior composición. Pues a diferencia de Deepseek y Copilot, la versión gratuita de ChatGPT no presentó el inconveniente de dejar de aceptar mensajes. Así que lo único que se hizo en este caso, es redactar un prompt en donde se mencionaba que se deseaba empezar otra composición en base al mismo estilo anterior, pero que abordará el tema de nomenclatura de los óxidos no metálicos (figura 34). Tras ser enviado este mensaje, se indujo en el chat una nueva actualización de memoria, donde se establecía lo ChatGPT debía hacer en base al prompt recibido.

Figura 34

Prompt inicial utilizado en ChatGPT para empezar la composición de la segunda letra



Fuente: OpenAI (2025)

Como resultado se obtuvo una letra que contenía las reglas más generales de cada sistema de nomenclatura, y se decidió por comenzar a editar los dos primeros versos (1 y 2). Sin embargo, al notar que esta nueva composición era algo parecida a la que se creó anteriormente, se le solicitó a ChatGPT que vuelva a redactarlos. Pero aún, se notaba esa similitud. Así que para superar este inconveniente, se tuvo la idea de incluir en estos versos algunos ejemplos.

De este modo, se le pidió a esta IA que redacte ambos versos en dos estrofas cada uno, con las consideraciones aludidas. Y fue a partir de estos, cómo se empezó a trabajar con el primer verso. Especialmente, en lo que se refería a los ejemplos que se deseaban dejar plasmados y la búsqueda de una frase adecuada para cerrarlo. Dicho proceso, requirió una interacción continua entre el investigador y ChatGPT, hasta obtener la versión definitiva.

A continuación, se procedió a mejorar el verso 2 que se enfocaba en la nomenclatura Stock. Para ello, se revisó la propuesta inicial y se notó que los ejemplos incluían números romanos que podrían presentar dificultades a la hora de ser cantados por una IAG de música (Whittaker, 2025). Pues frases como “Si va con +5, es el (V), ¡qué distinto!” eran las que causaban preocupación por los caracteres +, 5 y V (cinco romano).

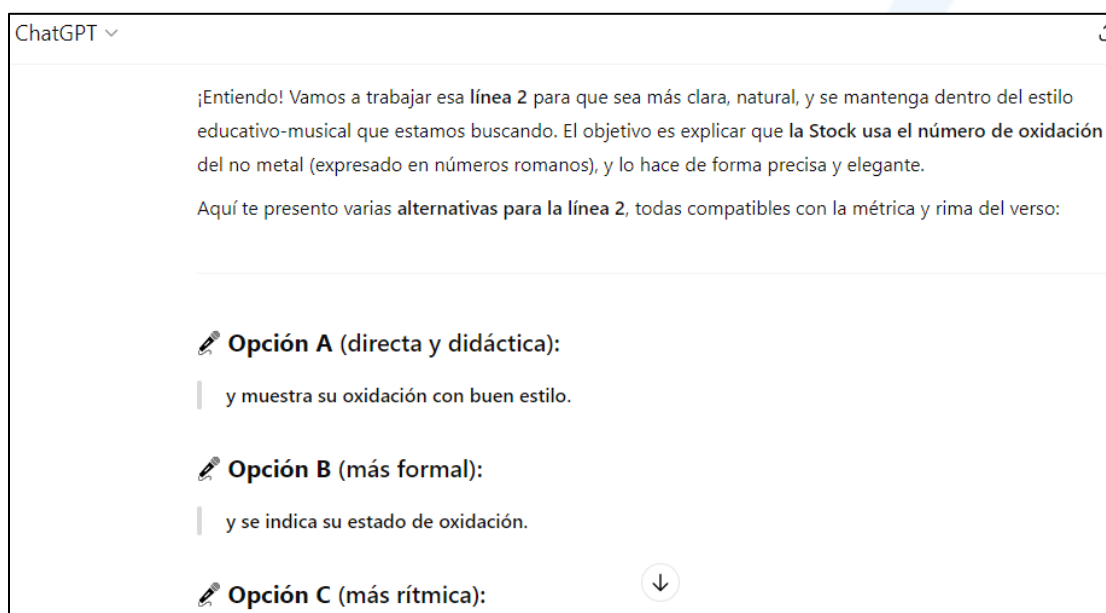
Así que se decidió, no abordar ejemplos en esta parte y solo condensar en cuatro líneas las reglas más generales para nombrar a estos compuestos. El proceso fue igual que en el verso 1, pero esta vez al interactuar con ChatGPT y decirle que una determinada línea no funcionaba. Intuitivamente esta IA, fue capaz de generar una lista de opciones para encontrar la mejor (sin pedírselo), tal como se había hecho con la composición de la primera letra. Por lo que se puede decir, que ya se comenzaba a notar como esta IA era capaz de emular el proceso de edición anterior. De manera que el trabajo desarrollado con la generación de la primera canción parecía funcionar como una especie de pre-entrenamiento

adicional. Además, se intuye que este efecto fue posible, debido a que aún se trabaja en el mismo chat donde se inició todo el proceso.

Cuestiones similares, están descritas en la literatura como en el trabajo de Hancock et al. (2019), que aunque no se basó en la generación de letras. Se destaca por demostrar que un chatbot con IA, es capaz de potenciar su rendimiento tras aprender del dialogo autoalimentado.

Figura 35

Respuesta intuitiva de ChatGPT para editar el verso 2 de la segunda letra



Fuente: OpenAI (2025)

Una vez que se logró componer el verso 2, se le pidió a ChatGPT que juntara el verso 1 con este, para que los tuviera en cuenta como las versiones oficiales. Esta cuestión, se decidió hacerla así para que el sistema tuviera una mejor percepción de las secciones definitivas, para que al final, no se presentara la dificultad que se observó con la primera composición (al juntar toda la letra). Vale la pena mencionar, que este proceso fue repetido para las siguientes partes.

En lo que respecta a la edición del pre-coro y coro, se puede decir que en el primero, solo se realizaron pequeños cambios en las interrogantes que planteaba. Pero en el coro, se decidió incorporar una segunda estrofa que sirviera de recordatorio, de cómo se deben leer o nombrar las fórmulas de estos compuestos. Conjuntamente, con los aspectos más relevantes que se deben tomar en cuenta según el tipo de nomenclatura. La propuesta de ChatGPT, fue muy buena, y solo se corrigieron algunas líneas como por ejemplo “primero el oxígeno, luego la receta” por “primero el oxígeno, esa es la receta”. A fin de que todo quede claro y no existan confusiones.

Posteriormente, se empezó a trabajar en el verso 3. Con la idea de abordar en tres estrofas las reglas más elementales de la nomenclatura tradicional. Puesto que para estos compuestos, existen algunas consideraciones importantes. Por ello, es que al ser insuficiente el borrador inicial, fue descartado y se redactó un nuevo prompt para generarlo en base lo que se quería. La instrucción, fue la siguiente: “Ahora vamos con el verso 3, quiero que tenga tres estrofas y describa a la nomenclatura tradicional, debe detallar el uso de oso e ico con los elementos que son comunes con estos dos estados de oxidación, así como, los hipo-oso, oso, ico, per-ico, con los elementos comunes que tienen 4 estados, si pudieras poner un ejemplo conciso de ello, sería estupendo”.

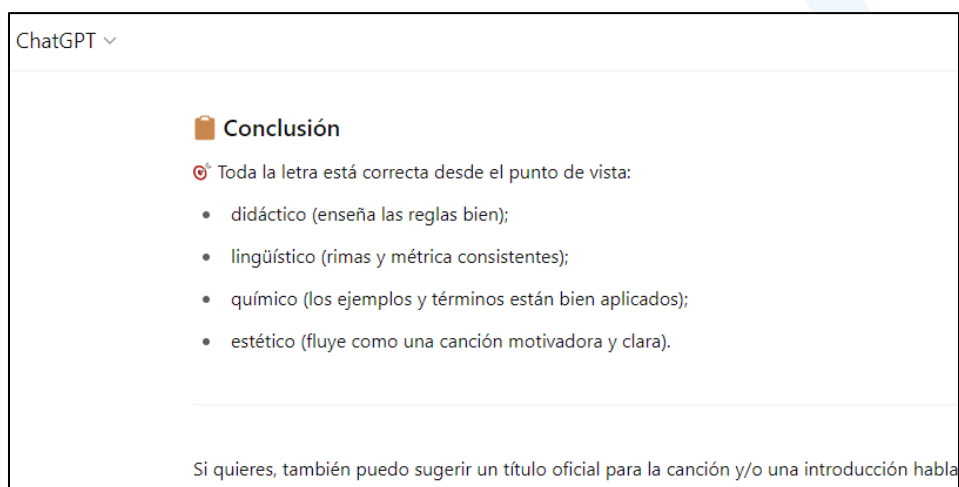
De esta manera, con las estrofas generadas se empezó a trabajar, pues la propuesta era bastante buena. Incluso, los ejemplos que ChatGPT planteó, fueron a modo de palabras como “óxido ferroso si el hierro va en más dos” que ya no incluían los términos +2 como sucedía antes, en los procesos anteriores de edición. No obstante, aunque esto fue satisfactorio, mientras se trabaja en mejorar estos versos. Se tuvo la idea de reemplazar los ejemplos, por menciones más generales de los elementos en que los que se aplican los sufijos y prefijos característicos de esta nomenclatura. Y así fue como después de unos arreglos estéticos adicionales, se obtuvo la versión final del mismo.

El siguiente paso, fue crear el coro 2, que no era más que una versión ligeramente modificada del coro 1. Pues a diferencia de este último, se necesitaba que el coro 2 haga referencia a la nomenclatura tradicional. Así que luego de darle las indicaciones al sistema para que lo hiciera, en base a una propuesta sugerida, se lo editó hasta obtener la versión definitiva.

Finalmente, se procedió a pedirle a ChatGPT que juntará todas las secciones definidas. Pero a pesar de que esta vez se especificó cuáles eran las versiones oficiales, como se mencionó antes. El sistema aún cometió un pequeño error al transcribir la línea cuatro del verso 1. Por lo que fue necesario, recordarle cual era la composición original para esta parte, y la IA reconoció su error y lo corrigió. No obstante, al revisar toda letra, se notó que existía la posibilidad de mejorar estéticamente algunas partes, especialmente el coro. Y tras este proceso, se encontró un error importante que el experimentador cometió durante la composición al sugerir una frase. Entonces, se le pidió a la IA revisar la canción, para ver si era capaz de detectarlo, pero no fue capaz de hacerlo.

Figura 36

Resultado de ChatGPT al pedirle que revise la letra dos sobre los óxidos ácidos



Fuente: OpenAI (2025)

Ante esta situación, fue necesario recalcarle donde estaba el error, con el siguiente prompt: “yo creo que hay un error en la línea 5 del coro 1 y 2. Pues cuando se leen las fórmulas de los óxidos, se lo hace de derecha a izquierda, empezando por el oxígeno”. Lo cual concuerda, con autores como Pérez et al. (2022).

Con esa aclaración, ChatGPT volvió a revisar la letra y coincidió que esa frase estaba mal, y sugirió cambiarla por otras alternativas (que desplegó a modo de lista). Pero dado que ninguna de estas encajaba bien, porque se desviaban del propósito de la segunda estrofa, que era especificar como se leen estos compuestos. Se le enfatizó, que esta línea no debía perder esa esencia, y nuevamente generó una lista de opciones para incorporarlas. En este caso, se eligió la primera opción, y se la incorporó.

No obstante, también se notó que le faltaba a la canción el intro y el outro. Por lo que se le pidió a ChatGPT que los compusiera. La intro, en dos líneas con arreglos vocales (oh, oh...) y el outro en una estrofa de cuatro líneas. Prácticamente, el proceso fue el mismo, interactuar con el sistema, proponer ideas y seleccionar las mejores opciones. Para al final, juntar estas dos partes con todas las demás, y obtener la letra que se muestra en el anexo F.

4.5. Evaluación de las Canciones y Selección de las Dos Mejores

El proceso de selección se realizó con la ayuda de ChatGPT pro, luego de juntar las seis letras en un solo archivo pdf, y compartirlas en el chat con el siguiente prompt: “Necesito que revises este documento, son letras trabajadas para un Trabajo de Fin de Master en la PUCE. Primero leelas y dame un overview de tus apreciaciones”.

Como resultado, el sistema reconoció apropiadamente todas las canciones. Mencionó que el archivo contenía seis letras musicales con fines didácticos; que abordaban la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos con una estructura clara. Además, cuando destacó los aspectos positivos de las

composiciones, se basó en cuatro aspectos. En primera instancia, abordó el tema de claridad, y destacó que cada letra explicaba adecuadamente las tres nomenclaturas. Luego, se enfocó en el valor pedagógico que aportaba, y mencionó que estas podrían ser utilizadas como metodologías activas de aprendizaje, ya que todas tenían la intención contribuir a la memorización con un buen ritmo y lenguaje coloquial.

Posteriormente, el tercer criterio relacionado con la variación de estilo. Mencionaba que cada letra aportaba riqueza y la posibilidad de adecuarse a distintos públicos y situaciones en el aula. Y al final, en lo que respecta al lenguaje juvenil y accesible. Destacó que todas tenían la intención de adaptar el lenguaje del estudiante de bachillerato.

Por otra parte, entre las impresiones catalogadas como oportunidades de mejora. Se evidenció que todas las letras abordan el mismo tema y que no había mucha variedad en cuanto al contenido. Pero a más de ello, una aportación importante fue que las letras de Deepseek y ChatGPT, fueron destacadas por su buena fluidez. A diferencia de las letras de Copilot, que el sistema mencionó que necesitaban reajustes en su métrica.

Entonces, se procedió a redactar un segundo prompt para evaluar las letras, en base a los criterios de: claridad conceptual, musicalidad, alineación curricular, originalidad (enganche) y aporte del modelo de IA. Conjuntamente, con la petición de que presentara los resultados tabulados y que escogiera a las dos mejores canciones. El resultado de dicha evaluación, es el que se presenta a continuación.

Tabla 1

Evaluación solicitada a ChatGPT (pro) para valorar las seis canciones

Título de la letra (IA)	Claridad conceptual (0-5)	Musicalidad (0-5)	Alineación curricular (0-5)	Originalidad Enganche (0-5)	Aporte del modelo IA	Puntaje Total (0-20)
Óxidos ácidos (Deepseek)	5	5	5	5	Alto	20
Óxidos metálicos (Deepseek)	5	4	5	4	Alto	18
Óxidos al ritmo del metal (ChatGPT)	4	4	4	5	Alto	17
Óxidos con sabor a ciencia (ChatGPT)	4	4	4	4	Alto	16
Óxidos metálicos (Copilot)	4	3	4	3	Medio	14
Óxidos con flow (Copilot)	4	3	4	3	Medio	14

Nota. Los números corresponden a 1 (pésimo), 2 (malo), 3 (regular), 4 (bueno) y 5 (excelente). De acuerdo a lo estimado por el modelo de IA de Open AI (2025).

Como puede apreciarse en la tabla 1, las dos letras generadas con Deepseek fueron las que mejor puntaje alcanzaron. Y de hecho, cuando se le preguntó al modelo que proporcionara una observación al respecto. Su respuesta fue que la letra titulada como “óxidos ácidos” (anexo B), se destacaba por ser muy clara en explicar las tres nomenclaturas, además de tener una métrica fluida, estructura completa y un ritmo pegajoso.

En cuanto a la segunda letra “óxidos metálicos” (anexo A), su observación fue que esta composición tenía una gran musicalidad, la posibilidad de adaptarse a un ritmo moderno, y que se distinguía como un recurso mnemotécnico sólido por su claridad conceptual.

Por estas razones, las letras que se generaron con Deepseek fueron seleccionadas para musicalizarlas.

4.6. Producción Musical con Riffusion AI

4.6.1. Generación y Evaluación de la Letra “Óxidos Ácidos”

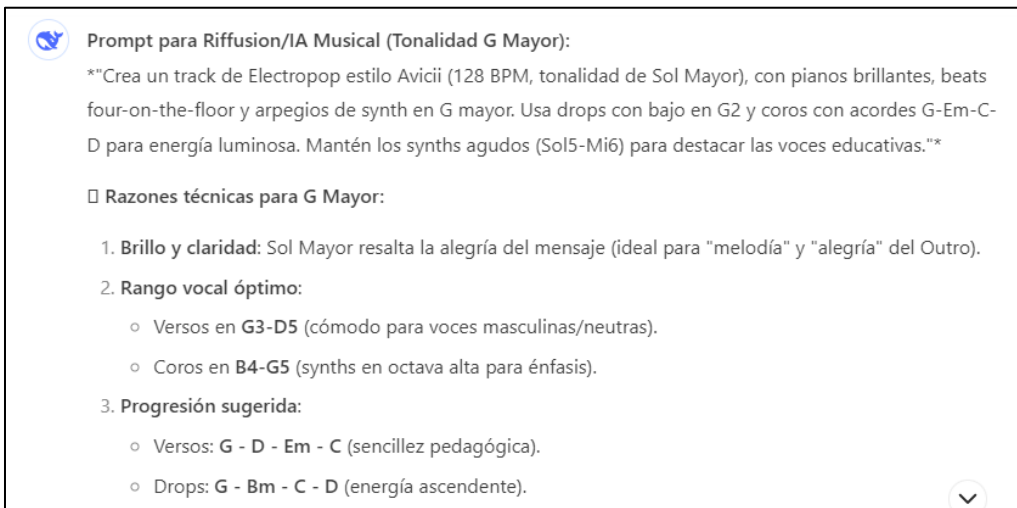
Previo a la generación musical, se copió la composición del anexo B (sin el título) en el apartado de “compose”, opción “lyrics” en el website de Riffusión. Posteriormente, se verificó que las secciones de la canción queden organizadas en: intro, verso 1, verso 2, pre-coro 1, coro 1, verso 3, verso 4, pre-coro 2, coro 2 y outro; con sus respectivas estrofas. Además, se colocó entre paréntesis cada uno de los títulos de estas secciones, para que el sistema pueda distinguirlos de los versos, y no los cante.

A continuación, en la opción “sound” se escribió el siguiente prompt: “melodic progressive house 128 BPM emotional in G major voice male”. La razón de escribirlo en inglés, se sustentó en el hecho de lograr que este sistema, tenga una mejor comprensión de las características de la melodía. Dado que estas IAs, son exhaustivamente entrenadas en instrucciones y datos en este idioma, como se menciona en el artículo de Yu et al. (2020).

En lo que respecta al estilo (melodic progressive house), este fue elegido en base al gusto del experimentador. De la misma forma como el sentimiento (emotional) y la voz (masculina). Pero en lo que se refiere a los aspectos más técnicos como el tempo (128 BPM) y la tonalidad (G major), estos fueron obtenidos tras consultarle a Deepseek las características musicales que mejor se podrían adaptar con la letra.

Figura 37

Características propuestas por Deepseek para musicalizar la letra "óxidos ácidos"



 **Prompt para Riffusion/IA Musical (Tonalidad G Mayor):**

****Crea un track de Electropop estilo Avicii (128 BPM, tonalidad de Sol Mayor), con pianos brillantes, beats four-on-the-floor y arpeggios de synth en G mayor. Usa drops con bajo en G2 y coros con acordes G-Em-C-D para energía luminosa. Mantén los synths agudos (Sol5-Mi6) para destacar las voces educativas.****

□ Razones técnicas para G Mayor:

- 1. Brillo y claridad:** Sol Mayor resalta la alegría del mensaje (ideal para "melodía" y "alegría" del Outro).
- 2. Rango vocal óptimo:**
 - Versos en **G3-D5** (cómodo para voces masculinas/neutras).
 - Coros en **B4-G5** (synths en octava alta para énfasis).
- 3. Progresión sugerida:**
 - Versos: **G - D - Em - C** (sencillez pedagógica).
 - Drops: **G - Bm - C - D** (energía ascendente).

Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Posteriormente, se seleccionó la opción "generate" y el sistema empezó a trabajar. En total, se realizaron cinco generaciones, en donde Riffusion creó dos propuestas para cada caso. Al escuchar estas versiones, se notaron en algunas de ellas fallas en la incorporación de la letra. Pues omitían palabras, especialmente en los versos iniciales y el pre-coro. Lo que sugiere, que la letra podría requerir un ajuste.

No obstante, la mejor canción que logro adaptar la letra, fue la versión 1.1 de la primera generación. La cual se puede escuchar, en el siguiente link de riffusion:

<https://www.riffusion.com/song/5fe4eb6c-ee1b-4276-abf0-da7074045fa0>

Así como, en el siguiente enlace de GoogleDrive que contiene una versión en mp3, que se descargó directamente de la plataforma de Riffusion.

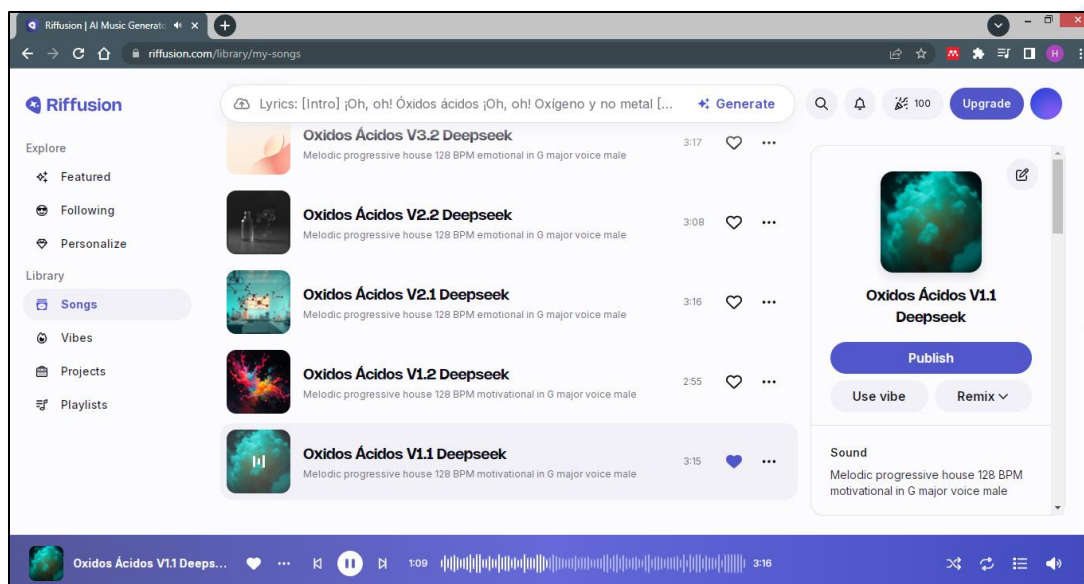
<https://drive.google.com/file/d/1-apLfV6CcMX525WbnInaDxzQuObthBdl/view?usp=sharing>

Además, se muestra a continuación como evidencia, una captura de las canciones generadas.

Dentro de las cuales, está la canción seleccionada.

Figura 38

Captura de pantalla de la canción “óxidos ácidos” generada en Riffusion



Fuente: Corpusant, Inc. (2025)

Por otra parte, los criterios que se consideraron para evaluar y elegir esta canción, son los que se presentan en la tabla 2. Que si bien es cierto, no responden a un análisis técnico profesional. Dado que son aspectos más generales que cualquier oyente podría percibir en torno a su estética. Pues a través de esto, se puede dejar en evidencia que es posible generar estos recursos, con una calidad aceptable.

Tabla 2

Evaluación y apreciación personal del investigador sobre la primera canción

Criterio	Evaluación		
	Si	No	Observación
Calidad del audio (sin cortes o pausas)	x		
Sincronía entre letra y la melodía	x		
Adaptabilidad de la estructura (no crea otra)	x		Adición de frases al final de la melodía, en un idioma desconocido
Calidad de la voz (vocalización y fluidez)	x		
Tiempo (abarca todo el contenido)	x		
Adaptabilidad del estilo musical (música electrónica)	x		

Como puede notarse, el criterio de adaptabilidad se designó como “sí”. Por el hecho de que la canción sí logró adecuar la estructura principal que se planeó. Aunque al final, entre los arreglos musicales del cierre, se escucharon pequeños fragmentos vocales que no tenían que ver con la letra. Los cuales, pueden ser fácilmente removidos en un proceso de post-producción musical, sin afectar el contenido académico primordial.

4.6.2. Generación y Evaluación de la Letra “Óxidos Metálicos”

El procedimiento para generar la segunda canción, fue el mismo. Se copió la letra del anexo A en el apartado de Riffusión, y se organizaron sus secciones de la siguiente forma: coro, verso 1, verso 2, verso 3, coro y outro (entre paréntesis). Luego, se redactó el prompt: “melodic progressive house 128 BPM motivational in F major voice female and riff guitar as intro”. El cual, se volvió a redactar en inglés por las razones aludidas en el inciso 4.6.1.

El estilo (melodic progressive house) y el sentimiento (motivational), fueron elegidos por el experimentador. Sin embargo, los aspectos más técnicos como el tempo (128 BPM) y la tonalidad (F mayor), fueron igualmente consultados a Deepseek.

Figura 39

Características propuestas por Deepseek para musicalizar la letra "óxidos metálicos"



¡Perfecto! Para generar tu canción "Óxidos Metálicos" en Riffusion (o herramientas similares como Soundraw, Boomy, etc.), aquí tienes un **prompt técnico optimizado** con los elementos clave del estilo Avicii y las características educativas de tu letra:

PROMPT PARA RIFFUSION/SOUNDRAW/BOOMY

Título: "Óxidos Metálicos (Nomenclatura Dance)"

Género principal: Progressive House + Electropop (hibridación estilo Avicii)

Subgéneros secundarios: Tropical House, Uplifting Trance (toques luminosos)

BPM: 128 (constante, con energía moderada)

Tonalidad: Fa Mayor (F Major) o Sol Mayor (G Major) (acordes brillantes)

Fuente: Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. (2025)

Además, para demostrar que es posible crear canciones con voz femenina en esta plataforma. Se consideró dicha opción. E incluso, debido a que la letra empezaba directamente con el coro. Se optó por añadirle al prompt, la indicación de adaptar un riff de guitarra como intro. A fin de darle más variedad a la composición y demostrar que esta opción era factible.

En base a ello, se procedió a realizar cinco generaciones, tal como se hizo con la primera canción. En este caso, cuatro de estas versiones no lograron adaptar el riff como una intro. Otras tres cantaron frases de forma forzada, dos repetían palabras, una cantó todo un verso en un idioma desconocido, y otra omitió la primera línea del verso tres.

Pero, entre las tres mejores canciones que adaptaron bien la letra, estuvieron las versiones V1.2, V3.1 y V4.2. Entre las cuales, la segunda (V3.1) fue seleccionada por el investigador, por adoptar mejor el estilo. El link para escuchar la canción en la plataforma de Riffusion, se muestra a continuación:

<https://www.riffusion.com/song/3697eed7-027a-4d26-91c4-16106e037889>

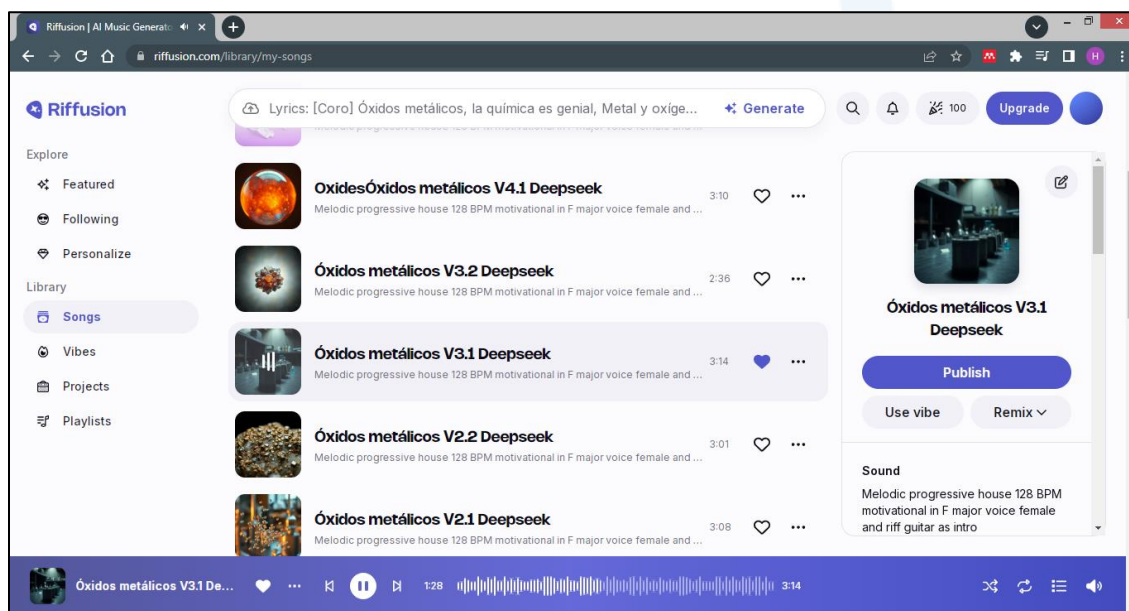
Así mismo, dicha versión se puede escuchar en el siguiente enlace de GoogleDrive, que contiene una versión en mp3, que se descargó directamente de la plataforma:

https://drive.google.com/file/d/1UvndJ-04qx6zF_Ph_plj5e72JM00VFPq/view?usp=sharing

A continuación, se muestra una captura de pantalla de la plataforma, donde se visualizan algunas de las versiones generadas. Entre las cuales, se destaca la canción escogida.

Figura 40

Captura de pantalla de la canción “óxidos metálicos” generada en Riffusion



Fuente: Corpusant, Inc. (2025)

Ahora bien, en lo que respecta a la evaluación realizada, esta se muestra en la tabla 3. En la cual se distingue (a modo de observación), que en el tercer verso de la canción, la IAG incorporó una voz

masculina. Dicha cuestión, aunque no cumplió con el criterio del prompt (que la canción sea exclusivamente con voz femenina). No terminó por afectar el contenido ni la estética de la misma.

Tabla 3

Evaluación y apreciación personal del investigador sobre la segunda canción

Criterio	Evaluación		
	Si	No	Observación
Calidad del audio (sin cortes o pausas)	x		
Sincronía entre letra y la melodía	x		
Adaptabilidad de la estructura (no crea otra)	x		
Calidad de la voz (vocalización y fluidez)	x		voz masculina en verso 3
Tiempo (abarca todo el contenido)	x		
Adaptabilidad del estilo musical (música electrónica)	x		

Finalmente, es importante destacar que las dos canciones generadas con Riffusion, se hicieron con fines educativos y demostrativos. Además, no fueron subidas ni publicadas en las redes sociales con fines comerciales, para no violar los derechos de propiedad de Riffusion al trabajar con cuentas gratuitas.

5. PROPUESTA DE GUÍA MICROCURRICULAR

5.1. Descripción

La presente propuesta, titulada “Guía microcurricular para el aprendizaje de la nomenclatura de los óxidos metálicos y no metálicos con canciones generadas con inteligencia artificial”. Tiene el propósito de ejemplificar, una forma en la que se puede planificar una clase para trabajar esta temática en primero de Bachillerato General Unificado (BGU). En base a la utilización de dos canciones diferentes, que se proponen como recurso didáctico para contribuir al aprendizaje de las reglas más elementales de la nomenclatura de los óxidos en los sistemas IUPAC, Stock y tradicional.

5.2. Justificación

El dominio de la nomenclatura inorgánica es una necesidad eminente dentro de la asignatura de química. Por lo cual, buscar estrategias innovadoras que contribuyan al aprendizaje de este lenguaje, es un desafío para algunos profesores. Pues la práctica tradicional de adquirir estos conocimientos mediante la memorización mecánica de reglas y conceptos es algo que termina por desmotivar a los estudiantes; o los incita a hacerlo, con tal para aprobar la asignatura.

Ante este contexto, la incorporación de canciones con contenido académico, puede plantearse como una solución efectiva que motive y despierte el interés del estudiantado. A la hora de adquirir estos conocimientos o reforzarlos, al ritmo de su estilo favorito de música y con una buena rima. Además, hoy en día, gracias a la inteligencia artificial generativa (IAG) es posible crear estos recursos de forma ágil y sencilla.

Por todo ello, la presente guía microcurricular propone una planificación que pretende orientar a los docentes, cómo usar estos recursos en el marco de las metodologías innovadoras de aprendizaje.

Además de motivarlos, a explorar una forma alternativa de impartir sus clases sobre la nomenclatura inorgánica. Al amparo de la música y el aprovechamiento de la IAG.

5.3. Diseño

5.3.1. Objetivos

5.3.1.1. Objetivo Principal

- Contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos, a través de una guía microcurricular basada en el uso canciones generadas con inteligencia artificial.

5.3.1.2. Objetivo Específico

- Describir actividades que permitan vincular las canciones con las metodologías activas de aula invertida y aprendizaje colaborativo, respectivamente.

5.3.2. Fundamentación Teórica

Dado que la planificación microcurricular es una serie de actividades que el docente utiliza en la aplicación del proceso de enseñanza-aprendizaje (Bautista y Chillagana, 2016). Una guía microcurricular, puede entenderse como un instrumento técnico que permite organizar y planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje por unidades o clases, dentro de una asignatura específica. Particularmente la química, en lo que compete a esta propuesta, y en base al tema de la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos como eje central.

En términos generales, la combinación de un elemento (E) con el oxígeno (O), es lo que da lugar a los compuestos llamados como óxidos. Cuya fórmula, se puede expresar como E_xO_y (Solís, 2014). En donde “x”, es el número de oxidación del oxígeno y “y” el del elemento que puede ser un metal o un no metal. Esto último, es lo que permite dividirlos a su vez, en óxidos metálicos u óxidos no metálicos.

Además, estos compuestos también se pueden clasificar como ácidos o básicos, de acuerdo a los productos que generan al disolverse en el agua. Por ello, es que los óxidos metálicos al ser capaces de formar hidróxidos con el agua, se los denomina como básicos. A diferencia de los óxidos no metálicos, que al reaccionar con el agua producen oxácidos, y por eso se los llama como ácidos (Carrillo y Chamorro, 2018).

Ahora bien, en lo que respecta a su nomenclatura en los sistemas IUPAC, Stock y tradicional. En las siguientes tablas, se muestran resumidos los aspectos más elementales.

Tabla 4

Resumen de la nomenclatura de los óxidos metálicos o básicos

N. IUPAC	N. STOCK	N. Tradicional
Prefijo + óxido de + prefijo + nombre del metal	Óxido de + nombre del metal (cuando el número de oxidación es uno)	Óxido de + nombre del metal (Óxido + metal con sufijo ico)
Al_2O_3 <i>Trióxido de di aluminio</i>	Al_2O_3 <i>Óxido de aluminio</i>	Al_2O_3 <i>Óxido de aluminio u</i> <i>Óxido aluminico</i>
Consideraciones cuando el metal tiene más de un número de oxidación		
Prefijo + óxido de + prefijo + nombre del metal	Óxido de + nombre del metal + número de oxidación en romanos	Óxido de + nombre del metal + sufijo (oso/ico)
Au_2O <i>Monóxido de dioro</i>	Au_2O <i>Óxido de oro (I)</i>	Au_2O <i>Óxido auroso</i>
Au_2O_3 <i>Trióxido de dioro</i>	Au_2O_3 <i>Óxido de oro (III)</i>	Au_2O_3 <i>Óxido aurico</i>

Fuentes: Romero (2020a); Carrillo y Chamorro (2018)

Tabla 5

Resumen de la nomenclatura de los óxidos no metálicos o ácidos

N. IUPAC		N. STOCK
Prefijo (di, tri,...) + óxido de + prefijo + nombre del no metal		Óxido de + nombre del no metal + número de oxidación en romanos
Br_2O : <i>monóxido de dibromo</i>		Br_2O : <i>óxido de bromo (I)</i>
Br_2O_3 : <i>trióxido de dibromo</i>		Br_2O_3 : <i>óxido de bromo (III)</i>
Br_2O_5 : <i>pentaóxido de dibromo</i>		Br_2O_5 : <i>óxido de bromo (V)</i>
Br_2O_7 : <i>heptaóxido de dibromo</i>		Br_2O_7 : <i>óxido de bromo (VII)</i>
N. Tradicional	4 Nro. Oxidación	2 Nro. Oxidación
Anhídrido + prefijo + nombre del no metal + sufijo	Br_2O : <i>Anhídrido Hipobromoso</i>	SO_2
	Br_2O_3 : <i>Anhídrido bromoso</i>	<i>Anhídrido sulfuroso</i>
	Br_2O_5 : <i>Anhídrido brómico</i>	SO_3
	Br_2O_7 : <i>Anhídrido Perbrómico</i>	<i>Anhídrido sulfúrico</i>

Fuente: Romero (2020b); Carrillo y Chamorro (2018)

5.3.3. Metodología

La presente guía microcurricular se sustenta en el uso de metodologías innovadoras de aprendizaje. Acorde con lo estipulado en el currículo nacional de 2016, que promueve la práctica de estas metodologías. Además, se alinea con el desarrollo de competencias comunicacionales, socioemocionales y digitales, que se plantean en el currículo priorizado del bachillerato vigente.

En esencia, las metodologías activas que se consideran en la planificación microcurricular de las actividades propuestas, son el aula invertida y el aprendizaje colaborativo. Las cuales se complementan con el Paradigma Pedagógico Ignaciano (PPI). Un modelo que se caracteriza por seguir un serie de cinco pasos que contemplan: el contexto, la experiencia, reflexión, acción y evaluación de los contenidos impartidos (Jtu, 2023).

En este sentido, la primera metodología basada en el aula invertida. Depende de una experiencia previa que los estudiantes deberán tener con la primera canción, una semana antes de iniciar el nuevo tema (nomenclatura de los óxidos). Para que en sus casas o en sus tiempos libres, puedan escuchar la letra y transcribirla. Pues durante la clase presencial, el objetivo será reforzar el

tema con una pequeña introducción, ejercicios demostrativos, trabajos grupales y la aclaración de dudas. En donde la canción, será referida como un instrumento nemotécnico para recalcar los contenidos más relevantes.

En cambio, en lo que respecta a la segunda metodología de aprendizaje colaborativo. Se propone que el docente introduzca el tema al mencionar cómo se forman los óxidos básicos y que destaque, uno o varios ejemplos de su utilidad. Para después, utilizar la segunda canción. Que al ser reproducida en clase, permita a los estudiantes escuchar y recopilar las reglas más importantes para nominar a estos compuestos. Posteriormente, se promoverá el trabajo en equipo, al formar grupos en los que pueden intercambiar ideas sobre lo que escucharon en la canción y lo que dicen sus libros. Para luego, organizar toda esa información e incentivarlos (con esta), a crear una composición musical con el apoyo de sistemas de IAG en sus casas, como una tarea grupal.

Vale la pena mencionar, que las dos metodologías están diseñadas para ser aplicadas en dos sesiones de 45 minutos.

5.2.4. Actividades Propuestas

LOGO INSTITUCIONAL		NOMBRE DE LA INSTITUCION		AÑO LECTIVO 2025 – 2026	
PLANIFICACIÓN MICROCURRICULAR POR DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO					
DATOS INFORMATIVOS					
Docente	QF. Henry Guamán	Área	Ciencias Naturales	Asignatura	Química
Grado / Curso	Primero BGU	Paralelo		Trimestre	Primero
Nro. Semana		Fecha		Tiempo	2 sesiones de 45 minutos
Nro. Unidad	4	Título de la Unidad	La química y su lenguaje: formación de compuestos químicos		
Ejes transversales					
Autonomía, responsabilidad, colaboración y creatividad					
Objetivos de aprendizaje					
Primera sesión					
- Comprender como se forman los óxidos ácidos o no metálicos - Reforzar las reglas de nomenclatura de los óxidos ácidos en los sistemas IUPAC, STOCK y tradicional. - Identificar los términos característicos de cada sistema como sufijos, prefijos y números romanos. - Escribir adecuadamente las fórmulas de estos compuestos a partir de sus nombres y viceversa.					
Segunda sesión					
- Comprender como se forman los óxidos básicos o metálicos - Conocer la nomenclatura de los óxidos básicos en los sistemas IUPAC, STOCK y tradicional. - Diferenciar la nomenclatura entre los óxidos ácidos y básicos - Fomentar la creatividad y el trabajo colaborativo mediante la creación de una canción con los conocimientos aprendidos					
Criterio de evaluación		Destrezas con criterio de desempeño		Indicadores de evaluación	
CE.CN.Q.5.5. Plantea, mediante el trabajo cooperativo, la formación de posibles compuestos químicos binarios (óxidos) de acuerdo a su afinidad, enlace químico, número de oxidación, composición, formulación y nomenclatura		CN.Q.5.2.3. Examinar y clasificar la composición, formulación y nomenclatura de los óxidos, así como el método a seguir para su obtención (vía directa o indirecta) mediante la identificación del estado natural de los elementos a combinar y la estructura electrónica de los mismos.		I.CN.Q.5.5.1. Plantea, mediante el trabajo cooperativo, la formación de posibles compuestos químicos binarios (óxidos) de acuerdo a su afinidad, estructura electrónica, enlace químico, número de oxidación, composición, formulación y nomenclatura.	



Estrategias metodológicas activas para el aprendizaje	Recursos	Indicadores del logro	Actividades de evaluación técnicas / instrumentos
Primera sesión: Aula invertida Modelo Ignaciano Contexto (10 minutos) El docente recuerda a los estudiantes que hace una semana envió una canción sobre los óxidos ácidos y que debían transcribirla en su cuaderno. Mientras revisa, plantea preguntas sobre si les gusto la canción, qué partes les llamó la atención, y qué es lo que más recuerdan. Experiencia (5 minutos) Después, procede a reproducir la canción en el aula, para que los estudiantes la canten. Mientras tanto, el profesor baja el volumen de forma inesperada en varias secciones, para oír las voces de todos. Reflexión (25 minutos) A continuación, se presenta la información de cómo se forman estos compuestos, se dan ejemplos prácticos y se escriben sus fórmulas en el pizarrón. Luego, con la ayuda de tres voluntarios, se trata de escribir el nombre de esos compuestos en los tres sistemas. Mientras se los apoya con los versos de la canción. Posteriormente, se les recuerda las dos primeras líneas del coro, para explicarles la forma correcta de escribirlos a partir del nombre. Y al final, se brinda una retroalimentación de los términos que caracterizan a cada sistema de nomenclatura. Aplicación (10 minutos) Los estudiantes deben formar parejas para resolver ejercicios de nomenclatura. Se les recuerda apoyarse en el coro para escribir las fórmulas de los óxidos.	- Pizarra - Marcadores - Reproductor de música (grabadora, altavoz con bluetooth u otro dispositivo) -Canción “óxidos ácidos” (https://www.riffusion.com/song/5fe4eb6c-ee1b-4276-abf0-da7074045fa0) -Letra de la canción (Anexo B) - Hojas con problemas de nomenclatura de óxidos ácidos	- Escucharon la canción, escribieron la letra en su cuaderno y tienen noción del tema de la clase. - Nombran las fórmulas de los compuestos en los tres sistemas de nomenclatura. - Escriben las fórmulas de los compuestos a partir de los nombres que reciben en los tres sistemas de nomenclatura. - Solventan sus dudas e inquietudes con la ayuda del docente. -Practican en grupos la nomenclatura de los óxidos ácidos.	Técnicas: - Revisión y canto - Resolución de ejercicios de nomenclatura Instrumentos: - Lista de cotejo - Rúbrica



Estrategias metodológicas activas para el aprendizaje	Recursos	Indicadores del logro	Actividades de evaluación técnicas / instrumentos
Segunda sesión: Aprendizaje colaborativo Modelo Ignaciano Contexto (10 minutos) El docente introducirá el tema, al mencionar un ejemplo de un óxido metálico que se usa en el ámbito de la salud (óxido de zinc). Luego, escribirá su fórmula en el pizarrón y preguntará a los estudiantes que clase de elemento es el zinc (¿metal o no metal?). Después explicará qué son los óxidos metálicos y cómo se forman. Experiencia (10 minutos) Después, se procede a reproducir la segunda la canción en el aula (óxidos metálicos), para que los estudiantes la canten. Luego, se la reproduce por segunda vez, diciéndoles a los estudiantes que anoten las reglas más importantes que escuchen sobre las reglas de nomenclatura en los tres sistemas. Reflexión (10 minutos) Posteriormente, se organizaran en grupos de cuatro para compartir sus anotaciones y compararlas con lo que dice la teoría en sus libros. Aplicación (10 minutos) Los estudiantes deben organizar sus ideas en un mapa mental, para que les sirva de apoyo en la creación de una letra para abordar esta nomenclatura, deben además, elegir una estructura para la canción y un género musical. Evaluación Se calificará la próxima clase, la letra que crearán con ChatGPT free, en base a sus anotaciones. Conjuntamente con la musicalización realizada en Riffusion en base a sus preferencias musicales.	- Pizarra - Marcadores - Reproductor de música (grabadora, altavoz con bluetooth u otro dispositivo) -Canción “óxidos metálicos” (https://www.riffusion.com/song/3697eed7-027a-4d26-91c4-16106e037889) -Letra de la canción (anexo A) - Libro de química de primero de BGU - Hojas - Cuadernos - Esferos	- Comprenden como se forman los óxidos básicos o metálicos -Escucharon la canción y tienen noción de algunas reglas de la nomenclatura de los óxidos metálicos - Trabajan en grupo para entender la nomenclatura de los óxidos metálicos. -Relacionan sus conocimientos previos sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos con la de los básicos. - Solventan sus dudas e inquietudes con la ayuda del docente. -Trabajan colaborativamente en diseñar una canción que abarque esta nomenclatura. -Exploran softwares de IA para generar recursos innovadores de aprendizaje.	Técnicas: - Mapa mental - Creación de una canción Instrumentos: - Rúbrica - Guía de observación



ADAPTACIONES CURRICULARES*					
Especificación de la necesidad educativa especial	Estrategias metodológicas	Recursos		Indicador del logro	Actividades de evaluación técnicas / instrumentos
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS / WEBGRAFÍA					
- Carrillo Paredes, E. I., & Chamorro Armas, S. E. (2018). Nomenclatura química inorgánica (1a ed.). Universidad Internacional SEK. https://es.scribd.com/document/388906939/UISEK-Nomenclatura-qui-mica-inorga-nica - Ministerio de educación. (2016a). Química. Editorial Don Bosco. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/librotexto/Texto_quimica_1_BGU.pdf - Ministerio de Educación. (2016b). Instructivo: planificaciones curriculares para el sistema nacional de educación. Subsecretaría de fundamentos educativos. https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/planificaciones-curriculares.pdf - Ministerio de educación. (2025). Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, digitales y socioemocionales. Subsecretaría de Fundamento Educativos. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/07/Curriculo-Priorizado-Bachillerato.pdf					
ELABORADO POR		REVISADO POR		ABROBADO POR	
QF. Henry Paúl Guamán Flores		Jorge Andrés Cruz Silva, PhD			
Fecha	28/07/2025	Fecha	03/08/2025	Fecha	

***Nota.** No se consideraron adaptaciones curriculares, puesto que la guía está específicamente orientada al uso de recursos auditivos inclusivos, que permiten el trabajo en equipo. Pero de requerirse adaptaciones, el docente deberá considerar transformar estos recursos, en materiales audiovisuales que incorporen subtítulos o animaciones que ayuden a flexibilizar la clase.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El presente proyecto de investigación demuestra que es posible aplicar la inteligencia artificial en la producción de dos canciones educativas. Las cuales, pueden contribuir a fortalecer el aprendizaje de la nomenclatura inorgánica de los óxidos.
- En base a la revisión bibliográfica realizada en fuentes primarias de información, se logró construir un sólido marco teórico que describe las bases conceptuales sobre inteligencia artificial, y su uso en la producción de canciones.
- El proceso de iteración realizado en Deepseek, Copilot y ChatGPT, fue clave en las posteriores etapas de composición de las letras sobre la nomenclatura de los óxidos ácidos y básicos, respectivamente. De hecho, ChatGPT, se distinguió por su gran capacidad de abarcar y facilitar todo el proceso en un solo chat. A diferencia de Deepseek, que requirió de tres chats y Copilot de cinco.
- La composición de todas las letras se realizaron a partir de las propuestas preliminares de Deepseek, Copilot y ChatGPT. Conjuntamente, con las ideas aportadas por el investigador y la asistencia de estos chatbots, para adaptar el contenido más relevante y cuidar aspectos sustanciales como la métrica y la rima.
- Las mejores letras seleccionadas tras la evaluación realizada con ChatGPT pro, tanto para la nomenclatura de los óxidos metálicos y los no metálicos, fueron las que se generaron con Deepseek. Ambas canciones, se musicalizaron exitosamente en la plataforma de Riffusion, al estilo del medolic progressive house, pero, a diferentes tonalidades y voces.

- Al culminar el proceso investigativo, se elaboró una guía microcurricular que ejemplifica cómo usar las dos canciones musicalizadas, con dos metodologías activas de aprendizaje para enseñar la nomenclatura inorgánica de los óxidos. Además, la propuesta fue diseñada para ser aplicada en primero de bachillerato general unificado, en conformidad a la unidad cuatro de la asignatura de química.

6.2. Recomendaciones

Es crucial incentivar futuras líneas de investigación en torno a esta temática, para evaluar los efectos que tendrían estos recursos en el rendimiento académico de los estudiantes. Así como, en su motivación por aprender y repasar otros contenidos de la asignatura de química, dentro y fuera del aula.

Adicionalmente, se necesitan más estudios que permitan explorar, qué otros sistemas de inteligencia artificial pueden asistir de forma eficiente, la composición de letras con contenidos educativos. Pues el presente trabajo, apenas se enfocó en tres chatbots, y no evidenció si el rendimiento en la generación de estas composiciones, es mejor al acceder a un plan de pago. E incluso, tampoco analizó si las letras que se pueden generar directamente en las plataformas de IAG de música (como SUNO AI), serían mejores que las que se crean aparte.

Además, se recomienda para posteriores trabajos, que las letras puedan contar con la validación y revisión de otros docentes de la misma área. A fin de que puedan brindar sugerencias que contribuyan a mejorar el contenido, antes de musicalizarlo.

Por otra parte, en el contexto del aula, aún queda por vislumbrar como estos recursos podrían vincularse con metodologías activas de aprendizaje, o también, con inserciones curriculares para estudiantes con capacidades especiales. Aunque en casos de discapacidad auditiva, sería interesante investigar como complementar estas producciones con videos subtitrados o animaciones con IA.

A más de ello, aún quedan pendientes ciertas interrogantes sobre los géneros musicales que se podrían adaptar mejor, y cuáles serían los estilos más preferidos entre los jóvenes de bachillerato.

Finalmente, es importante que los docentes puedan estar plenamente capacitados para asumir el reto de crear este tipo de recursos. Pues así, pueden enriquecer sus clases, facilitar el aprendizaje de ciertos contenidos complicados, y realizar trabajos grupales donde los estudiantes pongan a prueba su creatividad; mientras al mismo tiempo, desarrollan competencias tecnológicas, comunicativas y colaborativas.

REFERENCIAS

- Alastruey, C. F. (2021). Estado de la cuestión de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje autónomo * State of the Art in Artificial Intelligence and Learning Machines. *Sociología y tecnociencia*, 11(2), 182–195. https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.182-195
- Alija, A. (2020). *Tecnologías emergentes y datos abiertos: procesamiento del lenguaje natural*. https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/tecnologias_emergentes_y_opendata_procesado_del_lenguaje_natural_0_0.pdf
- Alvarado Valdivieso, K. G. (2022). *Estrategia lúdica para el aprendizaje de la nomenclatura Química Inorgánica* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/9200>
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2008, octubre 20). *Constitución de la República del Ecuador*. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/filesasamblea_nacionalnameuid-20/transparencia-2015/literal-a/a2/Const-Enmienda-2015.pdf
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2016, diciembre 9). *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación*. Suplemento Registro Oficial Nro 899. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Codigo-Organico-de-la-Economia-Social-de-los-Conocimientos-Creatividad-e-Innovacion.pdf>
- Barragán Martínez, X. (2023). Situación de la Inteligencia Artificial en el Ecuador en relación con los países líderes de la región del Cono Sur. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 16(2), 23–38. <https://doi.org/10.29166/REVFIG.V16I2.4498>
- Bautista Tello, M. E., & Chillagana Bunce, M. I. (2016). *El ciclo del aprendizaje y su aplicación en la planificación micro-curricular de 4°, 5° y 6° años de educación básica de la escuela Dr. Luis Felipe Chávez del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi en el periodo lectivo 2015 - 2016* [Universidad

Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/052a0d0e-e63f-4db1-8607-a2cfc3e3185f/content>

Bethencourt Núñez, M. (s/f). *Formulación y nomenclatura en química inorgánica*. Servicio de publicaciones Universidad de Cádiz. Recuperado el 2 de marzo de 2025, de https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Bethencourt/publication/258999798_Formulacion_y_Nomenclatura_en_Quimica_Inorganica/links/5439618c0cf204cab1d9646e/Formulacion-y-Nomenclatura-en-Quimica-Inorganica.pdf

Bindi, G., & Esling, P. (2024). *Unsupervised composable representations for audio*. 1–9. <https://arxiv.org/abs/2408.09792>

Borges Aguilar, A. M., & Borges Parrao, H. A. (2022). *Haciendo canciones: taller de composición de letrasy música*. Agualuna Arte y originalidad. <https://m50.com.mx/wp-content/uploads/2022/12/Haciendo-Canciones.pdf>

Borja, M. de los Á. J. (2024). *Las Estrategias metodológicas y su relación en el aprendizaje de Química en el estudiantado del Bachillerato de dos Instituciones Educativas del Distrito 09D05 Tarqui 1 Parroquia rural Tenguel*. [Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/562ef603-cd1a-4e24-bd00-0025a6fa03e3>

Borja Prado, M., Orts Fernández, E., & Sánchez Rodríguez, M. del P. (2024). *Operaciones básicas de laboratorio* (1a ed.). Editorial Editex. https://www.google.com.ec/books/edition/Unidad_7_Introducción_a_la_química_Ope/ZAISEQAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=no+metal+y+oxigeno+enlace+covalente&pg=PA156&printsec=frontcover

Burila, J. M., & Padilla, J. J. A. (2021). Exploring the Effects of Music-Based Self-Learning Module Teaching on Learners' Academic Achievement in Chemistry. *Journal Phychology and Education*, 16(3). <https://doi.org/10.5281/ZENODO.10462285>

Cabarcas Berrio, R. J. (2017). *Uso de las Tic para fomentar el aprendizaje significativo del Inglés a través de canciones* [Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69144>

Caicedo Valencia, M. S. (2017). *Las canciones populares como estrategia metodológica para el desarrollo de la competencia comunicativa oral en los estudiantes de la fase 3 de inglés en el programa de años intermedios PAI del ISM International Academy*. [Quito: UCE].

<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/89148e5c-d719-444a-bfca-7651063e7724>

Calle Suárez, C. A., & Quichimbo Rosas, A. del R. (2021). Presencia de metodologías tradicionales en la educación del Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 1205–1215.

<https://doi.org/10.23857/DC.V7I4.2164>

Camino, O. (2024). *Técnicas para escribir canciones* (1a ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Cantillo Maldonado, I. I. (2016). *Enseñanza aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica a través de un modelo didáctico integrador* [Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57733/49798125.2016.pdf>

Cárdenas Herrera, J. (2023). Inteligencia artificial, investigación y revisión por pares: escenarios futuros y estrategias de acción. *RES. Revista Española de Sociología*, ISSN 1578-2824, ISSN-e 2445-0367, Vol. 32, N°. 4, 2023, 32(4), 1–15. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2023>

Carmona Aguiar, S. (2023). *Generación de Información Acústica Sintética Usando Redes Neuronales Variational Autoencoder Y Conditional Variational Autoencoder* [Instituto Tecnológico Metropolitano]. <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/6288>

Carnovalini, F., & Rodà, A. (2020). Computational Creativity and Music Generation Systems: An Introduction to the State of the Art. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3, 14.

<https://doi.org/10.3389/FRAI.2020.00014>

Carrillo Paredes, E. I., & Chamorro Armas, S. E. (2018). *Nomenclatura química inorgánica* (1a ed.).

Universidad Internacional SEK. <https://es.scribd.com/document/388906939/UISEK-Nomenclatura-qui-mica-inorga-nica>

Castañeda Olvera, S. (2023). *Modelo para el diseño de bibliotecas digitales de música* [Universidad Nacional Autónoma de México].

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000846787/3/0846787.pdf>

Cevallos Quezada, L. Y. (2016). *Las canciones en el aprendizaje de las estructuras gramaticales básicas del idioma Inglés en los estudiantes de los novenos años de la Unidad Educativa Uyumbicho en el periodo 2015* [Quito: UCE]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/e1c1f54d-27a6-4259-948d-26a5f5cc5123>

Chonillo Sislema, L., Heredia Gavin, D., Chayña Apaza, J., Ramos Pineda, Z., & Sánchez Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Actas del II Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología INUDI – UH, 2024*, 412–434. <https://doi.org/10.35622/INUDI.C.02.23>

Collantes Hierro, M. (2023). Importancia y beneficios de la presencia de las canciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje [Universidad de Valladolid]. En *Universidad de Valladolid*. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/62018/TFG-G6149.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Creswell, J. (2009). *Design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3a ed.). SAGE. https://drive.google.com/file/d/1_r8XN8rJLPKqrgVRsmJ9TIPiXMYVgs3c/view

Crowther, G. J., & Davis, K. (2013). Amino acid jazz: Amplifying biochemistry concepts with content-rich music. *Journal of Chemical Education*, 90(11), 1479–1483.

https://doi.org/10.1021/ED400006H/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED-2013-00006H_0005.GIF

Cruz Argudo, F., García Varea, I., Martínez Carrascal, J. A., Ruiz Martínez, A., Ruiz Martínez, P. M.,

Sánchez Campos, A., & Turró Ribalta, C. (2024). *La Inteligencia Artificial Generativa en la Docencia Universitaria*. <https://biblioteca.universidadeuropea.com/blogs/observatorio-ia/la-inteligencia-artificial-generativa-en-la-docencia-universitaria>

Cuesta, A., Constante, J., & Jijón, D. (2023). Modelos de Predicción de Radiación Solar y Temperatura Ambiente mediante Redes Neuronales Recurrentes. *Revista Técnica energía*, 19(2), 81–89. <https://doi.org/10.37116/REVISTAENERGIA.V19.N2.2023.552>

de la Torre, J. (2023). *Transformadores: Fundamentos teoricos y Aplicaciones*. 1–36. <https://arxiv.org/abs/2302.09327v1>

Deruty, E., Grachten, M., Lattner, S., Nistal, J., & Aouameur, C. (2022). On the Development and Practice of AI Technology for Contemporary Popular Music Production. *5th International Conference on Learning Representations, ICLR 2017 - Workshop Track Proceedings*, 5(1), 35–49. <https://transactions.ismir.net/articles/10.5334/tismir.100>

Dhandapani, A., Ilakiyaselvan, N., Mandal, S., Bhadra, S., & Viswanathan, V. (2023). Lyrics Generation Using LSTM and RNN. En *Lecture Notes in Electrical Engineering* (Vol. 1021). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1051-9_24

Díaz Bravo, R. (2015). Las canciones en la enseñanza--aprendizaje de ELE en la era digital. *Porta Linguarum Revista Interuniversitaria de Didáctica de las Lenguas Extranjeras*. <https://doi.org/10.30827/Digibug.53871>

Díaz, F. (2021). *La estructura de una canción*. Ser productor de música. <https://serproductordemusica.com/la-estructura-de-una-cancion/>

Díaz Pérez, A. A. (2022). El uso de canciones en la enseñanza de la historia. Una propuesta alternativa al aprendizaje memorístico. *Revista Perspectivas: Estudios Sociales y Educación Cívica*, ISSN-e 2215-



4728, ISSN 1409-3669, N°. 25 (Julio-diciembre), 2022, 25.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9059214>

Dos Reis, E. S., Da Costa, C. A., Da Silveira, D. E., Bavaresco, R. S., Da Rosa Righi, R., Victória Barbosa, J. L., Antunes, R. S., Gomes, M. M., & Federizzi, G. (2021). Transformers Aftermath: Current Research and Rising Trends. *Communications of the ACM*, 64(4), 154–163.

<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3430937>

Elizeche Lando, E. (2024, junio 14). *La creación musical por inteligencia artificial: reflexiones acerca de sus implicaciones legales y éticas, a la luz de algunos casos recientes*. Blog Máster Propiedad Intelectual - CIPI. <https://blog.cipi.es/blog2-nntt/item/259-la-creacion-musical-por-inteligencia-artificial-reflexiones-acerca-de-sus-implicaciones-legales-y-eticas-a-la-luz-de-algunos-casos-recientes>

Elomaquiabelo. (2024, mayo 6). *GUÍA de 0 a PRO para hacer música con IA SUNO.AI*. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=bFqBoeYOMR8>

Espinoza Freire, E. E. (2017). El aprendizaje en estudiantes universitarios. En *SIEMPRE - Simposio Internacional El Desafío de Empezar en la Escuela del Siglo XXI*. Editorial Universo Sur.

<https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/71777?page=4>

Flórez López, R., & Fernández Fernández, J. M. (2008). Las Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos teóricos y aplicaciones. En L. Bello (Ed.), *Las Redes Neuronales Artificiales Fundamentos* (1a ed.).

Netbiblo S. L.

https://books.google.com/books/about/Las_Red_Neuronales_Artificiales.html?hl=es&id=X0uLwi1Ap4QC

Forero Romero, A., Rodríguez Hernández, A. A., & Maldonado Granados, L. F. (2021). *Estrategias pedagógicas innovadoras con TIC* (T. Barceló Martínez (ed.); 1a ed.). Editorial Comares, S.L.

Franganillo, J. (2023). La inteligencia artificial generativa y su impacto en la creación de contenidos mediáticos. *methaodos revista de ciencias sociales*, 11(2), 1–17.

<https://doi.org/10.17502/MRCS.V11I2.710>

Gallardo Vásquez, P., & Camacho Herrera, J. M. (2008). *Teorías del aprendizaje y práctica docente* (1a ed.). Wanceulen Editorial Deportiva, S. L.

<https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/33745?page=24>

Garg, N. K. (2019). How organic chemistry became one of UCLA's most popular classes. *Journal of Biological Chemistry*, 294(46), 17678–17683. <https://doi.org/10.1074/JBC.AW119.008141>

Garrido, Á. (2020). *Los avances de la inteligencia artificial*. Dykinson.

<https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/129597>

Gilletta, M., Giordano, A., Mercau, N., Orden, P., & Villareal, V. (2020). Inteligencia Artificial: definiciones en disputa. *Sociales Investiga*, 9, 20–33.

<https://socialesinvestiga.unvm.edu.ar/ojs/index.php/socialesinvestiga/article/view/320/287>

Godoy Portioli, M. D. (2023). *Clasificación de los estados de conciencia cerebrales usando modelos ocultos de Markov* [Universidad de Chile].

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/195275/Clasificacion-de-estados-de-conciencia-cerebrales-usando-modelos-ocultos-de-Markov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez García, J. (2023). *Composición en la Era Digital: La Integración de Inteligencias Artificiales en la Composición para Cine y Medios* [Universidad de los Andes].

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/6eb4a68c-e281-46b6-a1ee-87812caa0511/content>

Gómez Moliné, M., Lucía Morales, M., & Reyes Sánchez, L. B. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación química*, 19(3), 201–206.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

González-Pérez, Y., Montero Delgado, A., & Martínez Sesmero, J. M. (2024). Acercando la inteligencia artificial a los servicios de farmacia hospitalaria. *Farmacia Hospitalaria*, 48, S35–S44.

<https://doi.org/10.1016/J.FARMA.2024.02.007>

Guerrero, J. (2020). *Música y humor: en la obra de Les Luthiers*.

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/137828>

Guo, X., Xu, H., & Xu, K. (2022). Fine-Tuning Music Generation with Reinforcement Learning Based on Transformer. *International Conference on Anti-counterfeiting, Security, and Identification, 2022-December*, 124–128. <https://doi.org/10.1109/ASID56930.2022.9995896>

Hancock, B., Bordes, A., Mazaré, P. E., & Weston, J. (2019). Learning from Dialogue after Deployment: Feed Yourself, Chatbot! *ACL 2019 - 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Proceedings of the Conference*, 3667–3684. <https://doi.org/10.18653/v1/p19-1358>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1a ed.). McGraw-Hill Educación.

<https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/793#c=&m=&s=&cv=>

Herremans, D., Chuan, C., & Chew, E. (2017). A Functional Taxonomy of Music Generation Systems. *ACM Comput. Surv*, 50(5), 33. <https://doi.org/10.1145/3108242>

Hong, J. W., Fischer, K., Ha, Y., & Zeng, Y. (2022). Human, I wrote a song for you: An experiment testing the influence of machines' attributes on the AI-composed music evaluation. *Computers in Human Behavior*, 131, 107239. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2022.107239>

Hu, Y. (2024). Performance exploration of Generative Pre-trained Transformer-2 for lyrics generation. *Applied and Computational Engineering*, 48(1), 53–60. <https://doi.org/10.54254/2755->

2721/48/20241154

ICH. (2003). *STABILITY TESTING OF NEW DRUG SUBSTANCES AND PRODUCTS Q1A(R2)*.

[https://database.ich.org/sites/default/files/Q1A%28R2%29 Guideline.pdf](https://database.ich.org/sites/default/files/Q1A%28R2%29%20Guideline.pdf)

IUPAC. (2025a). *Quienes somos*. Unión Internacional de Química Pura y Aplicada. <https://iupac.org/who-we-are/>

IUPAC. (2025b). *The IUPAC Compendium of Chemical Terminology*. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). <https://doi.org/10.1351/GOLDBOOK>

Jajula, S., Gunampalli, S. L., & Azeem, S. S. (2024). *Challenges in Information, Communication and Computing Technology* (V. Sharmila, S. Kannadhasan, A. Rajiv Kannan, P. Sivakumar, & V. Vennila (eds.); 1a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003559092>

Jtu. (2023). *Pedagogía ignaciana*. Colegio Plurilingüe Santa María del Mar.

https://santamariadelmar.es/wp-content/uploads/2023/02/2223_ppi.pdf

Juan de Dios Cuartas, M. A. (2016). La producción musical como objeto de estudio musicológico: un acercamiento metodológico a su análisis. *SIBE Sociedad de Etnomusicología*, 1–47.

https://www.researchgate.net/publication/320259084_La_produccion_musical_como_objeto_de_estudio_musicologico_un_acercamiento_metodologico_a_su_analisis

Kotecha, N. (2018). Bach2Bach: Generating Music Using A Deep Reinforcement Learning Approach. *arXiv.org*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Bach2Bach%3A-Generating-Music-Using-A-Deep-Learning-Kotecha/0ed842ef088827fe8354bd7321bb8b588e368cba>

Linares González, E. E., García Monroy, A. I., & Martínez Allende, L. (2018). Elaboración de canciones, estrategia de apoyo para la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 295–313. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V9I17.382>

Little, D. (2017). *Cómo componer canciones: Aprende la composición musical de forma muy fácil y*



sencilla. Ma Non Troppo.

[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=KO94DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=composición+de+letras+de+canciones&ots=bhll4ifs0p&sig=MQ9IWG22ysF8JZv9ZVtIEOuiLPU&redir_esc=y#v=onepage&q=composición de letras de canciones&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=KO94DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=composición+de+letras+de+canciones&ots=bhll4ifs0p&sig=MQ9IWG22ysF8JZv9ZVtIEOuiLPU&redir_esc=y#v=onepage&q=composición+de+letras+de+canciones&f=false)

Llerena Carranza, J. J. (2024). *Influencia de las estrategias metodológicas en el aprendizaje de Química en los estudiantes de primero de bachillerato en tres instituciones educativas de la ciudad de Ibarra Distrito 10D01*. [Universidad Central del Ecuador].

<https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/35672>

Loreto Amoretti, M., & Pérez Valero, L. (2024). Vista de Inteligencia artificial para la producción musical (IAPM). *Yuyay*, 3(1), 68–87.

<https://jlalectivo.com/revistas/index.php/YUYAY/article/view/59/107>

Maila Álvarez, V., Figueroa Cepeda, H., Pérez Alarcón, E. Y., & Cedeño López, J. (2020). Estrategias lúdicas en el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. *Cátedra*, 3(1), 59–74.

<https://doi.org/10.29166/10.29166/CATEDRA.V3I1.1966>

Marcillo Valverde, H. V. (2022). *Estrategia metodológica basada en el modelo aula invertida para contribuir al aprendizaje de formulación y nomenclatura química*. [Universidad Estatal del sur de Manabí]. [https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5143/1/Marcillo Valverde Hilda Viviana.pdf](https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5143/1/Marcillo%20Valverde%20Hilda%20Viviana.pdf)

Martín Puebla, A. M. P., & Quintana Portilla, G. R. (2024). Una aproximación metodológica a la enseñanza de las matemáticas a través de canciones. *JEMA*, 19, 1–6.

https://www.sapm.es/EntornoAbierto/EntornoAbierto-num56/EA56_40-45.pdf

Martínez Cantón, C. I. (2010). Innovaciones en la rima: poesía y rap. *Rhythmica. Revista Española de Métrica Comparada*, 8, 1–94. <https://doi.org/10.5944/RHYTHMICA.13095>

- Martínez Heredia, A. M. (2024). *Herramientas de Inteligencia Artificial aplicadas a la composición musical en el siglo XXI: revisión de 30 artículos recientes (2019-2024)* [Real conservatorio superior de música de Madrid].
https://www.researchgate.net/publication/382090335_Herramientas_de_Inteligencia_Artificial_aplicadas_a_la_composicion_musical_en_el_siglo_XXI_revision_de_30_articulos_recientes_2019-2024
- Martínez Zapata, I. A. (2017). *¡Profe, enséñeme con canciones! Una investigación sobre el uso de las canciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias sociales* [Universidad Autónoma de Barcelona]. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2017/hdl_10803_457987/iamz1de1.pdf
- McCallum, M. C., Korzeniowski, F., Oramas, S., Gouyon, F., & Ehmann, A. F. (2022). *Supervised and Unsupervised Learning of Audio Representations for Music Understanding*.
<https://arxiv.org/abs/2210.03799v1>
- Mejía Osorio, S. (2024). *Exploración de la técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas a la composición musical*. [https://repositorio.ucenfotec.ac.cr/bitstream/handle/123456789/498/PIA02-Mejía Osorio Santiago_MISOFT_mar2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucenfotec.ac.cr/bitstream/handle/123456789/498/PIA02-Mejía%20Osorio_Santiago_MISOFT_mar2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de educación. (2016). *Química*. Editorial Don Bosco. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/librotexto/Texto_quimica_1_BGU.pdf
- Ministerio de educación. (2024). *Orientaciones para el uso pedagógico de herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza aprendizaje que garanticen el uso efectivo y ético en el aula*. Red de Educación Digital para el Aprendizaje.
<https://recursos.educacion.gob.ec/red/orientaciones-para-el-uso-pedagogico-de-herramientas-de-inteligencia-artificial-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-que-garanticen-el-uso-efectivo-y-etico-en-el-aula/>

- Ministerio de educación. (2025). *Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/08/Curriculo-Priorizado-Bachillerato.pdf>
- Ministerio de Educación. (2015, agosto 25). *Ley Orgánica de Educación Intercultural*. Suplemento del Registro Oficial No. 572. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Ley_Organica_de_Educacion_Intercultural_LOEI_codificado.pdf
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/EGB-Superior.pdf>
- Muñoz Vela, J. M. (2024). Inteligencia artificial generativa. Desafíos para la propiedad intelectual. *Revista de Derecho de la UNED (RDUNED)*, 33, 17–75. <https://doi.org/10.5944/RDUNED.33.2024.41924>
- Narváez Campana, W., Ponce Zavala, C. V., Vera Velázquez, R., & Maldonado Zúñiga, K. (2020). Métodos y metodologías utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(1), 13–28. <https://doi.org/10.47230/UNESUM-CIENCIAS.V4.N1.2020.201>
- Nathir Darwazeh, A. (2017). A New Revision of the [Revised] Bloom’s Taxonomy. *Distance Learning*, 14(3), 13–28. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/edb:128336241?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edb:128336241&crl=c>
- Newton, E. (2024). *Cómo utilizar ChatGPT para tener éxito K-Pop: Una innovación tecnológica para artistas y productores* (1a ed.). <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=S-MWEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA24&dq=Composición+de+letras+con+IA&ots=eIPAJcT5Gy&sig=mHO>

IUQreDM3C5A8kz2HlomWL32s&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Paillacho Chillagana, K. E. (2024). *Influencia de las estrategias metodológicas activas en el aprendizaje de química de los estudiantes de primero de bachillerato en las instituciones educativas del DMQ, en el periodo lectivo 2023-2024*. [Universidad Central del Ecuador].

<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/e596cc77-9b87-48aa-a768-f2fc4b9837b0>

Pechimuthu, P., Ayup, R., Kamaraj, P., & A, S. (2024). Automated Creation of Music using Deep Learning. *2024 10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1, 1779–1782. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:273536652>

Pérez Redondo, A., García Yebra, M. C., Santamaría Angulo, C., De Jesús Alcañiz, E., Royo Cantabrana, E., Gómez Rubio, M., Cuenca Ágreda, J. T., & Tabernero Magro, M. V. (2022). *Nomenclatura de Química Inorgánica*. Ediciones Paraninfo, S. A.

https://www.google.com.ec/books/edition/Nomenclatura_en_Química_Inorgánica/29iIEAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

Perlacio Marquez, R. E. (2019). *La música tradicional como recurso didáctico en el proceso de aprendizaje y formación en EIB* [Universidad San Ignacio de Loyola].

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/131ac542-529a-430b-ae15-49e01fa4689f/content>

Peterson, W. R. . (2012). *Fundamentos de nomenclatura química*. Editorial Reverté.

https://www.google.com.ec/books/edition/Fundamentos_de_nomenclatura_química/19zeDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=nomenclatura+quimica&printsec=frontcover

Quingaluisa Mena, E. C. (2016). *La música infantil y los procesos de aprendizaje en niños y niñas del Centro Infantil del Buen Vivir en el barrio Lucha de los Pobres de la ciudad de Quito y propuesta de un programa de talleres de capacitación sobre educación musical para madres comunitarias*

- [Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12135>
- Quirumbay Yagual, D. I., Castillo Yagual, C. A., & Coronel Suárez, I. A. (2022). Una revisión del aprendizaje profundo aplicado a la ciberseguridad. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(1), 57–65. <https://doi.org/10.26423/RCTU.V9I1.671>
- Ram, N., Gummadi, T., Bhethanabotla, R., Savery, R. J., & Weinberg, G. (2021). Say What? Collaborative Pop Lyric Generation Using Multitask Transfer Learning. *Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*, 165–173. <https://doi.org/10.1145/3472307.3484175>
- Ramírez Gil, W. A., & Ramírez Gil, C. M. (2023). *Programación de Inteligencia Artificial: curso práctico* (1a ed.). RA-MA Editorial. <https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/235051>
- Raymond, C., & Overby, J. (2019). *Chemistry* (13a ed.). McGraw Hill. <https://pdfcoffee.com/quimica-de-chang-13va-8-pdf-free.html>
- Robalino Salas, D. I. (2024). *Aplicación de “My Class Game” como estrategia de gamificación en la enseñanza de nomenclatura química inorgánica para estudiantes de nivelación en la modalidad virtual de la universidad nacional de Chimborazo* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13957>
- Rodríguez Torres, Á. F., Rodríguez Alvear, F. S., Collaguazo Lapo, D. R., & Rodríguez Alvear, J. C. (2024). Vista de Diferencias y Aplicaciones de Big Data, Inteligencia Artificial, Machine Learning y Deep Learning. *Dominio de las ciencias*, 10(3), 960–982. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3966/8279>
- Romero Silva, A. (2020a, septiembre 9). *Nomenclatura de anhídridos*. Video de Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=QLmrKxzDR1Q&list=LL&index=2&t=53s>
- Romero Silva, A. (2020b, septiembre 9). *Nomenclatura de óxidos metálicos*. Video de YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bULTTyLSAul&list=LL&index=3>

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta.

https://planetadelibrosec0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf

RSEQ. (2016, mayo). *Resumen de las normas IUPAC 2005 de nomenclatura de química inorgánica para su uso en enseñanza secundaria y recomendaciones didácticas*. Grupo de Trabajo de Nomenclatura de Química Inorgánica de la Real Sociedad Española de Química. <https://rseq.org/wp-content/uploads/2018/09/6-DocumentoFinal-Todo.pdf>

Salinas Bolaños, Y. A. (2024). *Propuesta de modelo predictivo para la detección de fraude en mensajes de texto mediante el uso de Redes Neuronales Recurrentes* [Universidad ESAN].
<https://repositorio.esan.edu.pe/items/d89b8826-b5f1-4b93-85e3-bb6b7daa6a30>

Sanmartín Pugachi, T. L. (2024). *Relación entre metodologías tradicionales y metodologías activas para el cumplimiento del Objetivo Cuatro de Desarrollo Sostenible dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de Química del Bachillerato General Unificado de dos instituciones de Quito*. [Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/237663c7-23d3-4fc7-a49a-28613c037a98>

Serna Gómez, H., & Díaz Peláez, A. (2013). *Metodologías Activas Del Aprendizaje* (1a ed.). Fundación Universitaria María Cano.
https://www.researchgate.net/publication/383914809_METODOLOGIAS_ACTIVAS_DEL_APRENDIZAJE_2_C_FUNDACION_UNIVERSITARIA_MARIA_CANO

Serrahima de Bedoya, Á. (2022). *Avances y desafíos de la inteligencia artificial* [Universidad Pontificia Comillas]. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/57178>

Solís Correa, H. (2014). *Nomenclatura química* (1a ed.). Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/39457?page=83>

Solórzano Figueroa, L. D. (2023). *El uso de canciones como herramienta para desarrollar el nivel de aprendizaje de inglés de los alumnos de segundo grado del Centro educativo infantil Montesol, Esmeraldas, 2023* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador].

<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/37893>

Soñora, P. (2015). *Producción Musical Arte y técnica* (P. Soñora (ed.)). Track discos.

<https://www.montevideorecords.com/wp-content/uploads/2021/03/Pablo-Sonora-Produccion-Musical.-final-imprenta.pdf>

Tacuri Pilataxi, J. V. (2020). *El blog educativo como recurso didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje de nomenclatura química inorgánica en el bachillerato general unificado de la Unidad Educativa Santa Cruz de la Providencia de Fe y Alegría D.M.Q, 2019-2020* [Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/400923b3-77f0-4f13-a7dc-5b606e762180/content>

Vargas Rodríguez, Y. M., Obaya Valdivia, A. E., Sosa, P., Rivero Gómez, D. E., & Lima Vargas, S. (2023). El cubo RUBIQUIM como herramienta en el aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias. *Educación química*, 34(3), 143–161.

<https://doi.org/10.22201/FQ.18708404E.2023.3.84724>

Vázquez, D. M., Fernández, R. C., & Fernández, A. C. (2019). Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 22(2).

<https://doi.org/10.12802/RELIME.19.2222>

Veiga, M. M., Nichols, B. D., & Holuszko, M. E. (2015). Teaching cleaner and responsible mining through songs. *The Extractive Industries and Society*, 2(2), 209–216.

<https://doi.org/10.1016/J.EXIS.2015.02.001>

Vidal Osorio, G. C. (2015). Criterios utilizados en el doblaje de canciones de inglés al español latino de la



película “enredados”. *Revistas científicas de la Universidad César Vallejo*, 3(2), 41–47.

<https://core.ac.uk/download/pdf/236061325.pdf>

Wang, L., Zhao, Z., Liu, H., Pang, J., Qin, Y., & Wu, Q. (2022). A Review of Intelligent Music Generation Systems. *Neural Computing and Applications*, 36(12), 6381–6401. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09418-2>

Whittaker, G. (2025, abril 28). *Why Won't AI Use My Lyrics? Fix Common Prompt Issues – Jack Righteous*. Jack Righteous. https://jackrighteous.com/blogs/music-creation-process-guide/why-ai-music-ignores-lyrics?srltid=AfmBOooWPCBC2yAL8Aw_NPEI_pMFj0-7qKD0CNITq1t8aeQYHfX2dG4q

Xu, W., McAuley, J. J., Berg-Kirkpatrick, T., Dubnov, S., & Dong, H.-W. (2024). Generating Symbolic Music from Natural Language Prompts using an LLM-Enhanced Dataset. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2410.02084>

Ychuste, G. (2017). *Estructura de una canción posibles partes*. <https://musical53.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/09/cancic3b3n.pdf>

Yépez Morocho, L. F., & Maliza Cruz, W. I. (2024). Metodología de enseñanza aprendizaje para el bachillerato técnico profesional en mecanizado y construcciones metálicas en la Unidad Educativa 21 de Abril. *MQRInvestigar*, 8(1), 6048–6066. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.6048-6066>

Yu, Y., Harscoët, F., Canales, S., Reddy M, G., Tang, S., & Jiang, J. (2020). Lyrics-Conditioned Neural Melody Generation. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11962 LNCS, 709–714. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37734-2_58

Yubaille Carrillo, M. F. (2018). *Diseño de una propuesta didáctica de aprendizaje en química inorgánica, a partir del uso de las tic. Caso Unidad Educativa Rockefeller [PUCE-Quito]*.



<https://repositorio.puce.edu.ec/items/59e02efb-1075-431a-b676-7c64c41cbf6e>

Zhu, Q., Shankar, A., & Maple, C. (2024). Grey wolf optimizer based deep learning mechanism for music composition with data analysis. *Applied Soft Computing*, 153.

<https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2024.111294>

Zumba, G. R., Mora Aristega, A. M., & Sánchez Soto, M. A. (2021). *Estrategias y metodologías de enseñanza para el aprendizaje activo en la Educación Superior*. Editorial Tecnocientífica Americana.

<https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/190038>

ANEXOS

Anexo A. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos en Deepseek

ÓXIDOS METÁLICOS

[Coro]

Óxidos metálicos, la química es genial,
Metal y oxígeno, unión sin igual.
Primero el metal, el oxígeno después,
¡Así se escribe, tan simple ya lo ves!

Óxidos metálicos, ¡sigue la instrucción!
¡Intercambia los números de oxidación!
El oxígeno dos menos, el metal con su valor,
¡Cruza, simplifica y escribe sin error!

[Verso 1]

Nomenclatura IUPAC, escucha bien,
Prefijos griegos: mono, di, tri, también.
El monóxido de cobre es el caso ideal,
¡Prefijo y nombre, regla universal!

[Verso 2]

Nomenclatura Stock, ¡con números romanos!
El metal muestra su estado, en paréntesis hermano.
El óxido de hierro tres, es el caso ideal,
¡Porque el hierro está, con carga de más tres!

[Verso 3]

Nomenclatura Tradicional, presta atención,
-oso es menor, -ico es mayor, escucha esta canción.
Óxido ferroso, por el hierro dos más,
Óxido férrico, por el hierro tres más.

[Outro]

Si usas la IUPAC, prefijos pa' nombrar,
Si es Stock, con romanos ve a triunfar,
Y en Tradicional, -oso e -ico... ¡ya está!
¿Dudas todavía? ¡Dale play y a repetir!

Anexo B. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos no metálicos en Deepseek

ÓXIDOS ÁCIDOS

[Intro]

¡Oh, oh! Óxidos ácidos
¡Oh, oh! Oxígeno y no metal"

[Verso 1]

Si se trata de contar, la IUPAC es ideal,
prefijos griegos, ¡son la clave principal!
Di para dos: dióxido de azufre,
Tri para tres: trióxido de azufre.

[Verso 2]

Números romanos, se usan en la Stock,
El no metal y su valencia marcan el rol.
¡Oh! Óxido de azufre cuatro,
¡Oh! Óxido de azufre seis.

[Pre-coro 1]

¿Óxidos ácidos? ¿Cómo los escribo?
¿Prefijos griegos o números romanos?
Oxígeno es dos menos, ¿y el otro elemento?
¡Necesito una respuesta en este momento!

[Coro 1]

¡No metal primero, oxígeno después,
¡Las valencias cruzan en un dos por tres!
IUPAC con prefijos, Stock con romanos,
¡Domina los óxidos, como un pro hermano!

[Verso 3]

En la tradicional, anhídridos se llaman,
con el sufijo -oso, para el menor estado,
o el sufijo -ico, para el mayor de ellos;
¡Con el carbono y el azufre los aplicarás!

[Verso 4]

Si hay cuatro estados, ¡repite así conmigo!
En orden ascendente: hipo-oso, -oso, -ico y per-ico.
Así es con los halógenos, y el nitrógeno,
el fósforo, antimonio y el arsénico.



[Precoro 2]

¿Óxidos? ¿Anhídridos? ¿Cómo los escribo?
¿Prefijos, sufijos y números romanos?
Oxígeno es dos menos, ¿y el otro elemento?
¡Necesito una respuesta en este momento!

[Coro 2]

¡No metal primero, oxígeno después,
¡Las valencias cruzan en un dos por tres!
IUPAC con prefijos, Stock con romanos,
Tradicional: anhídridos y sus sufijos respectivos.

[Outro]

La química con ritmo es mucho mejor,
guarda en tu mente esta melodía...
¡Qué la ciencia también es alegría!

Anexo C. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos en Copilot

ÓXIDOS METÁLICOS

[Coro]

Son óxidos básicos, o también metálicos,
metal con oxígeno, ¡un dúo tan dinámico!

El metal primero, luego el gas vital,
así se los escriben de forma elemental.

Procura cruzar los números de oxidación,
coloca los subíndices con la proporción.
Simplifica sus valores, si es necesario,
¡y tendrás listo este compuesto binario!

[Verso 1]

En la sistemática todo es cantidad,
se nombra con prefijos, con claridad.
Mono, di, tri... según la ocasión,
cuenta los oxígenos con precisión.

La proporción del metal puede variar,
si hay más de uno, se debe nombrar.
“Trióxido de dihierro”, ejemplo ideal;
¡lo dice la IUPAC, de forma universal!

[Verso 2]

Stock es la forma que debes usar,
cuando la carga quieras nombrar.
En números romanos se la escribe,
y entre paréntesis se la distingue.

Con el óxido de hierro, lo puedes notar:
el hierro participa con más dos al actuar.
Así es Stock, de claro y funcional,
con ese estilo sin igual.

[Verso 3]

La tradicional tiene su encanto,
con sufijos que enseñan tanto.
-oso si es menor, -ico si es mayor,
todo depende del número de oxidación.



Si el hierro tiene dos, es ferroso sin error,
y si actúa con tres, es férrico, sin temor.
No es la más moderna, pero aún tiene acción,
¡y te salva en exámenes sin invocación!

[Outro]

Metal y oxígeno, ¡qué gran conexión!
Con nombres distintos, según la ocasión.
Y tú como estudiante, con esta canción,
¡Serás el Mozart de la formulación!

Anexo D. Letra generada sobre la nomenclatura de los óxidos no metálicos en Copilot

ÓXIDOS CON FLOW

[Intro]

Oh, oh, oh... escucha este track,
óxidos ácidos ¡con flow y mucho crack!

[Verso 1]

En la IUPAC, cada elemento cuenta,
por eso el prefijo nunca se descuenta.
Di, tri o tetra, según la cantidad,
del oxígeno y también del no metal.

[Verso 2]

En la Stock hay números romanos,
pa' distinguir la misma valencia
De los elementos no metálicos,
por ejemplo ¡óxido de azufre cuatro!

[Pre-Coro 1]

Y ahora... ¿cómo lo escribo?
¿Qué elemento va primero?
¿Cómo distingo cada opción?
Necesito más que mi intuición.

[Coro 1]

Primero el símbolo del no metal,
luego el oxígeno, sin dudar.
Cruza las valencias para ajustar,
simplifica los subíndices y a nombrar.

Mono, di, tri... pa' la IUPAC,
números romanos... pa' la Stock.
Si te confundes con tanto protocolo,
abre el libro... y ponle flow al rollo.

[Verso 3]

La tradicional nombra con distinción,
si hay cuatro estados de oxidación:
“hipo-oso”, “oso”, “ico” y “per-ico”;
pero si hay dos, basta con “oso” e “ico”.



[Pre-Coro]

Y ahora... ¿cómo lo escribo?
¿Qué elemento va primero?
¿Cómo distingo cada opción?
Necesito más que mi intuición.

[Coro 2]

Primero el símbolo del no metal,
luego el oxígeno, sin dudar.
Cruza las valencias para ajustar,
simplifica los subíndices y a nombrar.

Mono, di, tri... pa' la IUPAC,
números romanos... pa' la Stock.
hipo-oso, oso, ico y per-ico... pa' la tradicional,
¡así con tanto estilo, hasta el profe dice "¡qué brutal!"

[Outro]

De derecha a izquierda se escribe el compuesto,
pero al nombrarlo, el orden es opuesto.
Ya tienes el flow, ya tienes el metal...
¡ahora sal y nómbralos como un crack total!

Anexo E. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos metálicos con ChatGPT free

Óxidos al Ritmo del Metal

[Coro]

Si hay metal y oxígeno, un óxido es;
básico o metálico, así es ya lo ves.
El metal se emociona, sus cargas va a soltar,
y el oxígeno gustoso las quiere capturar.

Cuando lo escribas, atento al papel,
primero el metal, luego el oxígeno fiel.
Cruza ambos números de oxidación,
ajusta subíndices... ¡y lista la formulación!

[Verso 1]

La nomenclatura IUPAC es clara y directa;
cuenta los átomos de forma muy discreta.
Si solo hay uno, “mono” puedes omitir,
pero usa “di” o “tri” si hay más por decir.

Al nombrar usa el prefijo junto a “óxido”,
dióxido, trióxido o también tetraóxido.
Añade la palabra “de”, y nombra al metal,
si hay más de uno, el prefijo no va mal.

[Verso 2]

Con la Stock, ojo al número de oxidación;
va en números romanos, sin complicación.
Después de “óxido” nombra al metal,
y entre paréntesis pon su carga real.

Óxido de cobre uno, si el cobre es más uno,
óxido de cobre dos, si su carga es más dos.
No uses los prefijos, eso está prohibido,
¡si usas prefijos, tendrás un químico ofendido!

[Verso 3]

La tradicional tiene algo especial;
usa “-oso” e “-ico”, según el metal.
Así, ante dos cargas, hay que recordar:
la menor va con “-oso” y la mayor con el “-ico”.



Óxido ferroso, si el hierro es más dos;
óxido férrico, si en cambio es más tres.
No verás números, ni prefijos aquí...
¡es “oso” o “ico”... y no hay más que discutir!

[Outro]

Oh, óxido básico, metal y oxígeno,
con prefijos, sufijos o números romanos.
Ya sea IUPAC, Stock o Tradicional,
¡nómbrales siempre como un profesional!

Anexo F. Letra generada sobre la nomenclatura de óxidos no metálicos con ChatGPT free

Óxidos con Sabor a Ciencia

[Intro]

Oh, oh, oh... óxidos ácidos,
Oh, oh... ¿escribirlos y nombrarlos?

[Verso 1]

La IUPAC guía con mucha claridad,
usa prefijos para la cantidad;
di, tri, etcétera, sin complejidad;
nombrar bien es pura habilidad.

Por ejemplo si el compuesto tiene,
tres oxígenos y dos nitrógenos,
es el trióxido de dinitrógeno,
¡escucha, esto te conviene!

En la Stock, el no metal lleva el ritmo;
con su número de oxidación amigo.
Va en números romanos, justo al final,
tras "óxido de..." y el no metal.

[Pre-Coro]

Pero... ¿cómo escribirlos sin error?
¿Qué orden siguen, cuál es su valor?
¿Dónde va el oxígeno y el no metal?
¿Cómo saber si lo estoy haciendo mal?

[Coro 1]

El oxígeno va siempre al final,
primero el no metal, eso es vital.
Cruza los números de oxidación,
ajusta subíndices con atención.

Cuando los leas, de derecha a izquierda,
primero el oxígeno, esa es la receta
Si es IUPAC usa prefijos sin rival,
si es Stock, romanos al final.



[Verso 2]

La tradicional suena clásica y formal,
usa “-oso” e “-ico”, según el metal.
La forma más baja lleva “-oso” sin temor,
y la más alta lleva “-ico” con honor.

Si el elemento tiene cuatro estados,
los prefijos deben ser bien aplicados:
“hipo-...-oso” pa el más reducido,
“per-...-ico” pa el más encendido.

El grupo del nitrógeno y el cloro,
varían su nombre con estilo y decoro.
Usan “hipo-oso”, “oso”, “ico” y “per-ico”,
ni modo, ¡ese su lenguaje químico!

[Pre-Coro]

Pero... ¿cómo escribirlos sin error?
¿Qué orden siguen, cuál es su valor?
¿Dónde va el oxígeno y el no metal?
¿Cómo saber si lo estoy haciendo mal?

[Coro 2]

El oxígeno va siempre al final,
primero el no metal, eso es vital.
Cruza los números de oxidación,
ajusta subíndices con atención.

Cuando los leas, recuerda la receta.
Si es IUPAC, prefijos; si es Stock, romanos;
y si es tradicional: prefijos y sufijos,
“hipo-oso”, “oso”, “ico” o “per-ico”.

[Outro]

No más dudas ni miedo al papel,
los óxidos ácidos te salen bien.
Si alguien pregunta, dilo sin temor,
¡los aprendí como todo un profesor!