

**Computación Cuántica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de Antioquia  
2025-1**

**Práctica No. 1  
Introducción al Qiskit mediante la creación de Fractales**

**Realización:** En parejas

**Fecha de entrega:** lunes 07 de abril del 2025

**1. Introducción:**

*“Aquellas personas que recién comienzan a acercarse a la Computación Cuántica podrían pensar que la visualización de la matemática de los números complejos presentes en los **qubits** es algo difícil, y para lo cual se cuenta con la Esfera de Bloch y la esfera  $Q$  de IBM<sup>1</sup>. No obstante, dada la riqueza del campo de los números complejos, existen muchas maneras visualmente más interesantes de representar la información cuántica. Una de esas formas es a través de fractales” [Mazin22].*

**2. Marco Teórico: Creación de Fractales en Qiskit**

2.1. Realice la lectura del artículo “*Creating Fractal Art With Qiskit*”, de Wiktor Mazin, publicado en junio del 2022 en el siguiente enlace:

<https://medium.com/qiskit/creating-fractal-art-with-qiskit-df69427026a0>

2.2. Elabore un resumen de mínimo 20 y máximo 30 líneas, sobre el contenido de esta lectura, destacando:

2.2.1. La relación entre la computación cuántica y la generación de fractales.

2.2.2. Las principales contribuciones del autor del artículo.

2.2.3. El modo general de funcionamiento de los *Notebooks* disponibles en **Github** por parte del autor del artículo.

---

<sup>1</sup> <https://quantum-computing.ibm.com/composer/docs/idx/visualizations#q-sphere-view>

### 3. Generación de Fractales a partir de un solo qubit

En el siguiente enlace de **Github** se encuentra una versión actualizada a **Qiskit 1.3**, del código compartido originalmente en el artículo anterior para visualizar **un cierto qubit** usando fractales:

[https://github.com/gpatigno/QC\\_2025](https://github.com/gpatigno/QC_2025)

- 3.1. Explique cada uno de los bloques de código escritos en este programa en **Qiskit**. Para ello, consulte en los manuales y tutoriales de la biblioteca **Qiskit**<sup>2</sup>, sobre el funcionamiento de las diferentes instrucciones utilizadas en este *Notebook*.
- 3.2. Descargue una copia de este código, y partir de su ejecución explique los conceptos de **superposición cuántica** y de **interferencia cuántica** en la operación del circuito descrito.
- 3.3. ¿Cómo se crea el fractal llamado *Conjunto de Julia* a partir del estado cuántico del *qubit* definido en el circuito realizado? **Explique.**
- 3.4. Dado que los fractales surgen generalmente al iterar una función no-lineal  $\mathbf{z}_{n+1} = \mathbf{f}(\mathbf{z}_n, \mathbf{c})$ , tal que en fractales clásicos frecuentemente  $\mathbf{f}$  se define como  $\mathbf{z}^2 + \mathbf{c}$ , cree ahora una función no-lineal basada en la *evolución unitaria* de un *qubit*, a fin de graficar un **nuevo tipo de fractal**.

Para ello, la *evolución unitaria* de un *qubit*, definida previamente como:

$$|\psi_n\rangle = U_n |\psi_{n-1}\rangle$$

genera en **cada iteración** un nuevo *qubit*:

$$|\psi_n\rangle = \alpha_n |0\rangle + \beta_n |1\rangle$$

- 3.4.1. Seleccione una compuerta de *Clifford* a su gusto, e implemente esta *evolución unitaria* en múltiples iteraciones, de manera que a partir de cada *qubit* generado, calcule un  $c_n = \frac{\beta_n}{\alpha_n}$ .

---

<sup>2</sup> <https://docs.quantum.ibm.com/guides>

- 3.4.2. Dado cada  $c_n$ , defina e implemente en su programa una nueva función iterativa para  $z_{n+1}$ , y presente el fractal resultante al graficar los diferentes valores de  $z_n$  obtenidos en cada iteración. Considere  $z_{n+1}$ :

$$z_{n+1} = z_n^2 + c_n$$

- 3.4.3. Presente mejoras o adaptaciones personalizadas de su código, y agregue comentarios propios que expliquen su código **Qiskit** implementado.

## 4. Informe

- 4.1. Presente una sustentación en persona de todo el trabajo llevado a cabo en esta práctica de laboratorio.
- 4.2. Presente un informe con su respuesta a las preguntas descritas en la presente guía de laboratorio.
- 4.2.1. Analice sus resultados presentados en cada circuito simulado, e interprete los datos obtenidos.
- 4.2.2. Adjunte a este informe el archivo **ipynb** de su propia versión del código modificado y documentado.
- 4.2.3. Presente sus conclusiones generales de esta Práctica de Laboratorio.
- 4.2.4. Presente citas y referencias de la bibliografía adicional utilizada.

## 5. Referencias Bibliográficas:

- [Mazin22] Wiktor Mazin. “Creating Fractal Art With Qiskit”, June 2022. Available on: <https://medium.com/qiskit/creating-fractal-art-with-qiskit-df69427026a0>
- [Pauli23] Pauli Matrices. Available on: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pauli\\_matrices](https://en.wikipedia.org/wiki/Pauli_matrices). 2023.
- [Qiskit23a] Linear Algebra. Qiskit Textbook. Available on: [https://github.com/Qiskit/textbook/blob/main/notebooks/ch-appendix/linear\\_algebra.ipynb](https://github.com/Qiskit/textbook/blob/main/notebooks/ch-appendix/linear_algebra.ipynb)
- [Qiskit23b] Proving Universality. Qiskit Textbook. Available on: <https://github.com/Qiskit/textbook/blob/main/notebooks/ch-gates/proving-universality.ipynb>
- [Qiskit23c] Single Qubit Gates. Qiskit Textbook. Available on: <https://github.com/Qiskit/textbook/blob/main/notebooks/ch-states/single-qubit-gates.ipynb>