

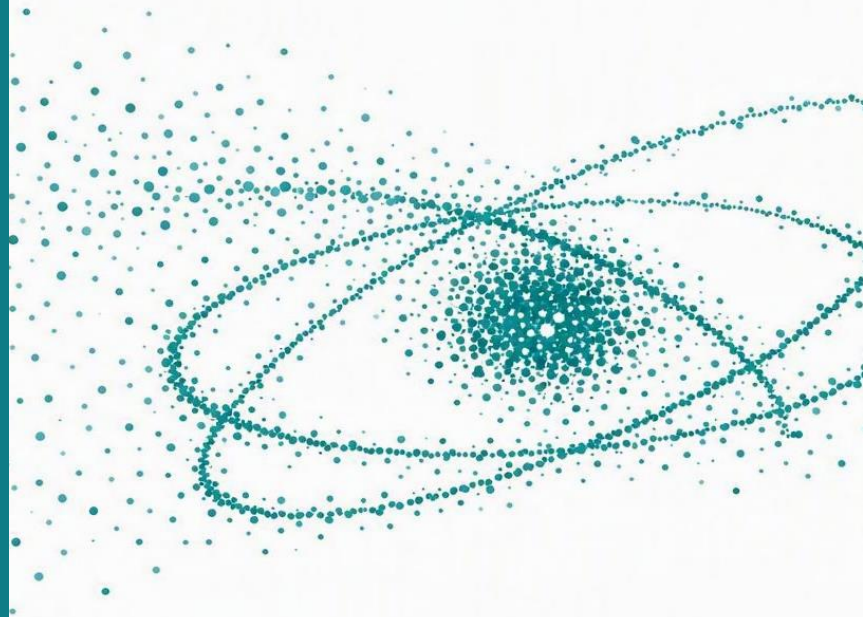
FÍSICA MODERNA · MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS

El Método de González

Un enfoque computacional y probabilístico para resolver la parte radial de la ecuación de Schrödinger en el átomo de hidrógeno.

Dr. Héctor Eduardo González

Profesor Titular «C» · ITTLA — Depto. de Ingeniería Industrial



«Una innovación a la mecánica cuántica»

La obra propone un nuevo enfoque metodológico para resolver uno de los problemas fundamentales de la mecánica cuántica, combinando teoría cuántica con herramientas computacionales modernas y un propósito educativo.

01

Enfoque metodológico

Una alternativa a los métodos analíticos tradicionales, no una nueva teoría física.

02

Parte radial de Schrödinger

Se concentra en la ecuación radial del átomo de hidrógeno tras separar variables.

03

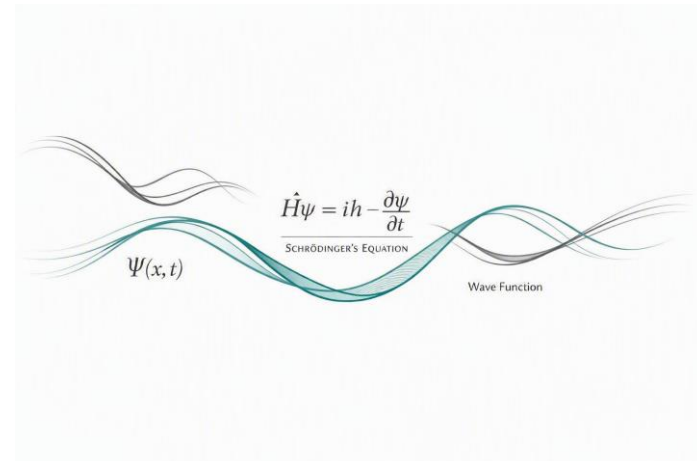
Innovación, no ruptura

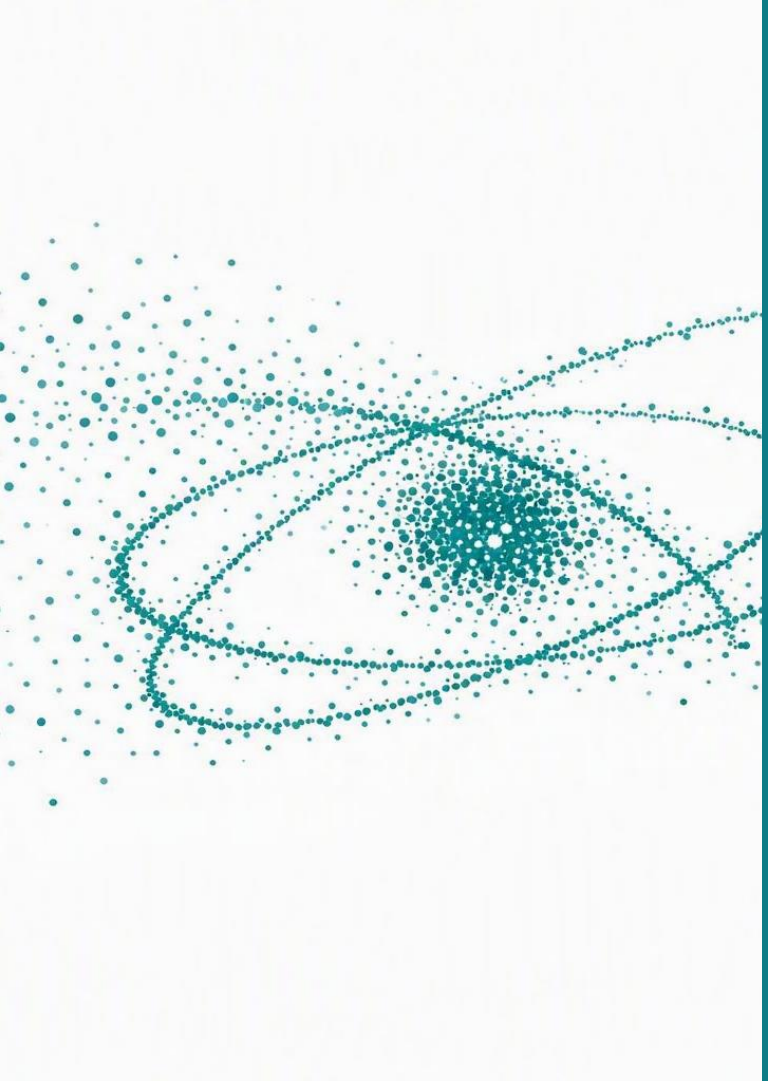
No redefine los principios cuánticos: aporta una vía de solución distinta.

EL PROBLEMA

La ecuación de Schrödinger del hidrógeno

- **Sistema fundamental** Un electrón ligado a un protón mediante el potencial coulombiano.
- **Separación de variables** $\Psi(r,\theta,\phi) = R(r) \cdot Y(\theta,\phi)$ divide el problema en parte angular y parte radial.
- **La dificultad está en lo radial** La ecuación radial exige series de potencias y funciones especiales.
- **Decenas de páginas de álgebra** El desarrollo analítico completo es extenso y abstracto.





EL PLANTEAMIENTO

Un método probabilístico y computacional

Enfoque estocástico Incorpora azar controlado, más alineado con la naturaleza probabilística de la cuántica.

Simulación Monte Carlo Usa técnicas de Monte Carlo y matrices aleatorias para obtener soluciones numéricas.

La computación es el núcleo El cálculo deja de ser auxiliar y se vuelve el centro del procedimiento.

Solución numérica de $R(r)$ Repeticiones computacionales convergen al resultado sin funciones especiales.

Método tradicional vs. Método de González

Aspecto	Método tradicional	Método de González
Naturaleza	Determinista y analítico	Probabilístico y estocástico
Herramienta	Análisis matemático formal	Simulación computacional
Tratamiento	Álgebra extensa y ecuaciones diferenciales	Reducción del formalismo, cálculo numérico
Solución radial	Cerrada, con funciones especiales	Númerica, mediante simulaciones
Requisitos	Alto dominio de cálculo avanzado	Bases de cuántica y de computación
Orientación	Tradicional académica	Didáctica y accesible

Tres ideas que separan ambos caminos

Determinismo vs. probabilidad

El método tradicional da soluciones exactas y cerradas. El método propuesto introduce azar controlado (Monte Carlo), reflejando mejor la naturaleza probabilística de la cuántica.

Papel de la computación

En el enfoque clásico la computadora es auxiliar. En el método de González la computación es el núcleo del procedimiento, no un complemento.

Accesibilidad

El camino tradicional requiere desarrollos extensos. El método propuesto permite resolver el problema sin recorrer decenas de páginas de álgebra.

Lo que NO cambia entre ambos métodos

El material es explícito: se trata de una innovación metodológica, no de una nueva física.

No se modifican los postulados

Los principios fundamentales de la mecánica cuántica permanecen intactos.

No se reemplaza Schrödinger

Se conserva la misma ecuación y el mismo significado de la función de onda.

No se invalida lo tradicional

El método analítico clásico sigue siendo válido y necesario.

Mismo sistema físico

Ambos describen el mismo electrón; cambia la estrategia de solución.

Método tradicional, paso a paso

1

Planteamiento

Schrödinger con potencial coulombiano.

2

Coordenadas esféricas

Se aprovecha la simetría del sistema.

3

Separación de variables

$\Psi = R(r) \cdot Y(\theta, \phi)$ divide el problema.

4

Ecuación angular

Armónicos esféricos y números cuánticos.

5

Ecuación radial

Series de potencias y funciones especiales.

6

Interpretación física

$|\Psi|^2$ como densidad de probabilidad, al final.

Método de González, paso a paso

1

Mismo problema físico

No cambia la ecuación ni el sistema.

2

Enfoque numérico

Computacional desde el inicio, no auxiliar.

3

Carácter probabilístico

Azar controlado y técnicas tipo Monte Carlo.

4

Aproximación de $R(r)$

Repeticiones convergen sin funciones especiales.

5

Resultados físicos

La distribución y el colapso emergen naturalmente.

6

Enfoque didáctico

Se llega al resultado sin álgebra extensa.

Estado fundamental del átomo de hidrógeno

Mismo problema, dos preguntas distintas — y el mismo resultado físico.

Enfoque tradicional

¿Puedo encontrar una expresión exacta para Ψ ?

- Aprovecha la simetría: coordenadas esféricas.
- Resuelve la ecuación radial analíticamente.
- Obtiene una fórmula explícita para $R(r)$.
- La probabilidad se interpreta al final.

Enfoque de González

¿Puedo reconstruir Ψ desde la probabilidad?

- Acepta que la solución será numérica.
- «Lanza» el electrón muchas veces (Monte Carlo).
- La acumulación de eventos revela $R(r)$.
- El colapso emerge de la simulación.

Física e Ingeniería: fortalezas distintas

Licenciatura en Física

- **Formalismo matemático** Competencia central del camino tradicional.
- **Comparación de métodos** Evalúa enfoques analíticos frente a numéricos.
- **Epistemología de la física** Construcción deductiva vs. emergente.

Licenciatura en Ingeniería

- **Pensamiento computacional** La simulación como herramienta principal.
- **Modelado numérico** La función de onda como distribución estadística.
- **Decisiones metodológicas** Cuándo usar solución exacta o simulación.

Comunes a ambas carreras

- **Modelos físicos fundamentales** Reconocer la ecuación de Schrödinger como modelo cuántico.
- **Interpretación de la función de onda** Leer $|\Psi|^2$ como densidad de probabilidad.
- **Razonamiento abstracto** Trabajar con entidades no observables y experimentos mentales.
- **Alfabetización y comunicación** Matemáticas, computación y estadística para distintos públicos.



MENSAJE PEDAGÓGICO

«Ambos métodos describen el mismo
electrón.
No compiten: se complementan.»

El método tradicional entrena el rigor matemático; el método de González entrena la intuición física y el pensamiento computacional.

«El método tradicional nos dice cómo escribir la función de onda; el método propuesto nos muestra cómo emerge.»

Por qué incorporarlo al plan de estudios

- 01 Aprendizaje más accesible**
Reduce la dependencia de desarrollos algebraicos extensos a favor de un enfoque computacional para estudiantes y docentes.
- 02 Actualización curricular**
Integra métodos clásicos y modernos, alineados con las tendencias internacionales y el Washington Accord.
- 03 Participación de México**
Refuerza la presencia académica nacional en física cuántica y computación de frontera.

Atentamente — Dr. Héctor Eduardo González Profesor Titular «C» · ITTLA, Depto. de Ingeniería Industrial

Bibliografía y fuentes consultadas (IEEE)

FUENTE PRIMARIA

[1] H. E. González, *Una innovación a la mecánica cuántica: el Método de González*. Tlalnepantla, México: ITTLA, Depto. de Ingeniería Industrial. Libro, presentaciones y relatoría en video.

- [2] CACEI, “Marco de Referencia 2025 para la Acreditación de Programas de Ingeniería,” Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, 2025. [Online]. Available: <https://cacei.org.mx>. Consultado: 24 jun. 2026.
- [3] CACEI, “Atributos del Egresado y Competencias Profesionales (CRSL-PA003),” alineado al Washington Accord. [Online]. Available: <https://cacei.org.mx>. Consultado: 24 jun. 2026.
- [4] TecNM Campus Tijuana, “Atributos del Egresado,” Tecnológico Nacional de México. [Online]. Available: <https://tijuana.tecnm.mx>. Consultado: 24 jun. 2026.
- [5] ABET, “Criterios de Acreditación y Student Outcomes,” Accreditation Board for Engineering and Technology. [Online]. Available: <https://accessengineeringlibrary.com>. Consultado: 24 jun. 2026.