

**Parte A. DATOS PERSONALES**

<b>Fecha del CVA</b>	31/07/2024
----------------------	------------

Nombre y apellidos	Begoña Cano Urdiales		
DNI/NIE/pasaporte	██████████	Edad	██
Núm. identificación del investigador	Scopus ID	6701489813	
	Código Orcid	0000-0002-9212-9156	

**A.1. Situación profesional actual**

Organismo	Universidad de Valladolid		
Dpto./Centro	Matemática Aplicada/ Facultad de Ciencias		
Dirección	██████████		
Teléfono	██████████	correo electrónico	██████████
Categoría profesional	Catedrática de Universidad	Fecha inicio	12/05/2020
Espec. cód. UNESCO	120613	120612	
Palabras clave	Ecuaciones diferenciales ordinarias, Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, Análisis numérico		

**A.2. Formación académica (título, institución, fecha)**

Licenciatura/Grado/Doctorado	Universidad	Año
Licenciatura de Matemáticas	Universidad de Valladolid	1993
Licenciatura de grado (tesina)	Universidad de Valladolid	1994
Doctorado en Matemáticas	Universidad de Valladolid	1996

**A.3. Indicadores generales de calidad de la producción científica**

*Reconocidos 5 sexenios de investigación (último concedido 2018-2023), 1 tesis doctoral dirigida en los últimos diez años y otra en curso, 425 citas totales según Scopus y 728 según google scholar, 29 citas por año de media en los últimos seis años según Scopus y 47.5 según google scholar, 23 publicaciones en total en el primer cuartil, 14 en el segundo cuartil y 5 en el tercer cuartil, índice h igual a 12 según SCOPUS y 16 según google scholar.*

**Parte B. RESUMEN LIBRE DEL CURRÍCULUM**

Mi carrera profesional comenzó hace 31 años, cuando comencé mi doctorado bajo la supervisión de J. M. Sanz-Serna. Esto me permitió aprender y realizar mis primeras aportaciones en el campo de la Integración Geométrica a la hora de integrar sistemas diferenciales ordinarios con una cierta estructura. Como consecuencia de ello, posteriormente trabajé en el uso de métodos lineales multipaso simétricos con tamaños de paso variable, lo cual es muy interesante cuando se pretende integrar con precisión ciertos problemas hasta tiempos prolongados con distintas dificultades de integración a lo largo del tiempo, como ocurre en el campo de la Astronomía. Por ese trabajo (realizado conjuntamente con A. Durán), fui galardonada con un Segundo Premio Leslie Fox, concedido por el IMA en 2001. Por otro lado, en mi etapa postdoctoral también realicé dos colaboraciones internacionales: una con R. Lewis (de la Universidad de Hannover) sobre integradores variacionales y otra con A. Stuart (en la Universidad de Stanford) sobre integración numérica de sistemas rígidos que aproximan soluciones de ecuaciones diferenciales estocásticas. La última colaboración comenzó en una estancia postdoctoral en dicha universidad.

Después de eso, comencé a colaborar con I. Alonso-Mallo en el diseño y realización de un análisis abstracto exhaustivo de técnicas eficientes para evitar la reducción de orden al integrar en el tiempo problemas de valor inicial y de frontera. Cuando se utiliza el método de líneas estándar para integrar este tipo de problemas, los métodos de tipo Runge-Kutta conducen a órdenes de precisión mucho menores que los que aparecen al integrar sistemas diferenciales ordinarios no rígidos. Por eso es muy importante evitar ese fenómeno y hacerlo de una forma que no sea muy costosa. Esto ha dado lugar a numerosas publicaciones y, en particular, a la tesis doctoral codirigida de M. J. Moreta sobre la discretización numérica de problemas en derivadas parciales de segundo orden en tiempo mediante métodos Runge-Kutta-Nyström.

Por otro lado, tras adquirir esa experiencia en problemas en derivadas parciales, escribí un artículo en solitario sobre la conservación de invariantes al integrar problemas de ondas no lineales con métodos simplécticos de un solo paso o métodos simétricos multipaso. Este artículo fue publicado en *Numerische Mathematik* y tiene 61 citas según WOS, lo que demuestra su relevancia. Recientemente también he colaborado con A. Durán en el análisis de la conservación de invariantes al integrar la ecuación no paraxial de Schrödinger.

Durante ese tiempo, en la literatura se produjo un avance importante en la eficiencia de los métodos de Krylov, lo cual hizo que los métodos exponenciales, que integraban la parte lineal y rígida del problema de una manera exacta, se volvieran muy importantes porque era una manera de lograr al mismo tiempo una integración temporal explícita y estable de los problemas rígidos. Considerando esto y nuestra experiencia con la integración numérica de problemas de segundo orden y con métodos de varios pasos, M. J. Moreta y yo comenzamos a construir y analizar métodos multipaso coseno, que son métodos exponenciales especialmente diseñados para esos problemas de segundo orden. Realizamos un análisis exhaustivo de estabilidad, resonancias y conservación de invariantes cuando los métodos eran simétricos. Luego dirigí la tesis doctoral a A. González-Pachón, sobre el estudio de integradores exponenciales para la ecuación de Schrödinger. Nuevamente, el hecho de que la parte lineal del problema pudiera resolverse fácilmente hizo que estos métodos fueran interesantes, pero no había resultados en la literatura sobre la conservación de invariantes y la estabilidad de ciertas soluciones en tal caso. La construcción de métodos baratos que conservaban los principales invariantes del problema y su comparación con otros en la literatura fue el principal logro de la tesis (2015), que dio lugar a 3 artículos en revistas bien posicionadas en el JCR.

Finalmente, volviendo al objetivo de evitar la reducción de orden al integrar problemas de valores iniciales con condiciones de frontera dependientes del tiempo, ideé varias técnicas para hacerlo al considerar diferentes métodos de tipo exponencial, como Lawson, escisión, RK exponencial, Gautschi... Nuestra técnica es muy económica y algunas veces, cuantos más términos se agregan para obtener un orden mayor, más rápido es el método. Todo este trabajo es un trabajo conjunto con I. Alonso-Mallo, N. Reguera y M. J. Moreta.

He asistido a más de 40 congresos para divulgar en lo posible los resultados y he publicado 41 artículos en revistas bien posicionadas en JCR. Además, he sido organizadora de 6 workshops (2 nacionales y 4 internacionales) y he sido referee en 68 ocasiones de revistas JCR. Finalmente, he participado en 14 proyectos de investigación competitivos. En 3 de ellos he sido investigadora principal.

## **Parte C. MÉRITOS MÁS RELEVANTES** (*ordenados por tipología*)

### **C.1. Publicaciones en los últimos siete años**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & M. J. Moreta

TITULO: Efficient exponential Rosenbrock methods till order four

REF. REVISTA/LIBRO: *Journal of Computational and Applied Mathematics* 453 (2025), pp. 116158.

<https://doi.org/10.1016/j.cam.2024.116158> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & M. J. Moreta

TITULO: Solving reaction-diffusion problems with explicit Runge–Kutta exponential methods without order reduction.

REF. REVISTA/LIBRO: *ESAIM: M2AN* 58 (2024), pp.1053–1085.

<https://doi.org/10.1051/m2an/2024011> **Q2**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & N. Reguera

TITULO: How to avoid order reduction when Lawson methods integrate nonlinear initial boundary value problems

REF. REVISTA/LIBRO: *BIT Numerical Mathematics*, 62 (2022), pp. 431-463.

<https://doi.org/10.1007/s10543-021-00879-8> **Q2**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & N. Reguera  
TÍTULO: CMMSE: Analysis of order reduction when Lawson methods integrate nonlinear initial boundary value problems  
REF. REVISTA/LIBRO: Mathematical Methods in the Applied Sciences (2022), <https://doi.org/10.1002/mma.8451> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): Alonso-Mallo , B. Cano  
TÍTULO: Efficient Time Integration of Nonlinear Partial Differential Equations by Means of Rosenbrock Methods  
REF. REVISTA/LIBRO: Mathematics, 9(16) (2021), 1970;  
<https://doi.org/10.3390/math9161970> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & N. Reguera  
TÍTULO: Why Improving the Accuracy of Exponential Integrators Can Decrease Their Computational Cost?  
REF. REVISTA/LIBRO: Mathematics, 9, 1008 (2021)  
<https://doi.org/10.3390/math9091008> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): I. Alonso-Mallo , B. Cano & N. Reguera  
TÍTULO: Comparison of efficiency among different techniques to avoid order reduction with Strang splitting.  
REF. REVISTA/LIBRO: Numerical Methods for Partial Differential Equations, 37(1) (2021), pp. 854-873.  
<https://doi.org/10.1002/num.22556> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & M. J. Moreta  
TÍTULO: A modified Gautschi's method without order reduction when integrating boundary value nonlinear wave problems.  
REF. REVISTA/LIBRO: Appl. Math. Comp. 373 (2020) 125022  
<https://doi.org/10.1016/j.amc.2019.125022> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & A. Durán  
TÍTULO: On nonparaxial nonlinear Schrödinger-type equations  
REF. REVISTA/LIBRO: J. Comp. Appl. Math. (2019),  
<https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.02.029> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): I. Alonso-Mallo , B. Cano & N. Reguera  
TÍTULO: Avoiding order reduction when integrating reaction-diffusion boundary value problems with exponential splitting methods.  
REF. REVISTA/LIBRO: J. Comp. Appl. Math. 357 (2019), pp. 228-250.  
<https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.02.023> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): B. Cano & M. J. Moreta  
TÍTULO: Exponential quadrature rules without order reduction for integrating linear initial boundary value problems.  
REF. REVISTA/LIBRO: SIAM J. Num. Anal. 56-3 (2018), pp. 1187-1209.  
<https://doi.org/10.1137/17M1124279> **Q1**

AUTORES (p.o. de firma): I. Alonso-Mallo , B. Cano & N. Reguera  
TÍTULO: Avoiding order reduction when integrating linear initial boundary value problems with exponential splitting methods.  
REF. REVISTA/LIBRO: IMA J. Num. Anal. 38 (3) (2018), pp. 1294-1323.  
<https://doi.org/10.1093/imanum/drx047> **Q1**

## **C.2. Proyectos de investigación en los últimos nueve años**

TÍTULO: Inversión en tecnologías limpias y políticas medioambientales:  
Modelización matemática y análisis mediante juegos dinámicos

**ENTIDAD FINANCIADORA:**

Junta de Castilla y León. Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

FECHA INICIO: 06/11/2020, FECHA FINAL: 06/11/2023.

CANTIDAD FINANCIADA: 264.000€

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Javier de Frutos

REFERENCIA: VA169P20

PROGRAMA: Orden de 5 de mayo de 2020, BOCYL de 12 de mayo de 2020. BDNS 505421  
Concesión BOCYL de 6 de noviembre de 2020.

TÍTULO: Resolución numérica precisa en tiempo de ecuaciones en derivadas parciales.

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

FECHA INICIO: 01/01/2019, FECHA FINAL: 30/09/2022.

CANTIDAD FINANCIADA: 23.280,40

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Begoña Cano, I. Alonso-Mallo

REFERENCIA: PGC2018-101443-B-I00

PROGRAMA: PROGRAMA ESTATAL DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y FORTALECIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SISTEMA DE I+D+i

TÍTULO: Juegos dinámicos, descuento no constante y consistencia temporal en problemas medioambientales.

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Castilla y León.

FECHA INICIO: 01/01/2018, FECHA FINAL: 31/12/2020.

CANTIDAD FINANCIADA: 12.000,00.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Guiomar Martín Herrán (Universidad de Valladolid).

REFERENCIA: VA105G18

PROGRAMA: Apoyo a grupos de investigación reconocidos de las universidades públicas de Castilla y León.

TÍTULO: Modelización matemática y análisis de regulaciones medioambientales, incentivos y uso eficiente de energías limpias.

ENTIDAD FINANCIADORA: Junta de Castilla y León y FEDER

FECHA INICIO: 01/01/2017, FECHA FINAL: 31/12/2019.

CANTIDAD FINANCIADA: 120.000,00.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Javier de Frutos Baraja (Universidad de Valladolid)

REFERENCIA: VA024P17

PROGRAMA: Apoyo a proyectos de investigación cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

TÍTULO: Resolución numérica de ecuaciones en derivadas parciales de evolución temporal.

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Economía y Competitividad y Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

FECHA INICIO: 01/01/2016, FECHA FINAL: 31/12/2018.

CANTIDAD FINANCIADA: 30.734,00.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Begoña Cano, Isaías Alonso Mallo (Universidad de Valladolid).

REFERENCIA: MTM2015-66837-P

PROGRAMA: Proyectos de I+D del programa estatal de fomento de la investigación Científica y Técnica de Excelencia.

TÍTULO: Aproximación numérica eficiente de propiedades geométricas de ecuaciones en derivadas parciales

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

FECHA INICIO: 01/01/2012, FECHA FINAL: 31/12/2015.

CANTIDAD FINANCIADA: 25.773,00

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Alonso Mallo, Isaías (Universidad de Valladolid).

REFERENCIA: MTM2011-23417

PROGRAMA: Investigación Fundamental no orientada VI Plan Nacional I+D+i

**C.3 Ponencias invitadas en congresos en los últimos seis años**

B. Cano & M. J. Moreta, 'Modified exponential Rosenbrock methods to increase their accuracy', en la sesión especial 'Resolución Numérica de Ecuaciones en Derivadas Parciales y Aplicaciones', RSME 24, Pamplona, 2024.

B. Cano & M. J. Moreta, 'Modified exponential Rosenbrock methods to increase their accuracy', impartida online en el minisimposium 'Innovative numerical methods for complex PDEs', ICIAM, Tokyo, 2023

B. Cano & M. J. Moreta, 'How to avoid order reduction when explicit exponential Runge-Kutta methods integrate nonlinear initial boundary value problems', en el minisimposium 'Innovations in Time Integration of Stiff Systems of Differential Equations', SIAM Conference on Computational Science and Engineering, Amsterdam, 2023.

B. Cano & I. Alonso-Mallo, 'Efficient Time Integration of Nonlinear Partial Differential Equations by Means of Rosenbrock Methods' en el minisimposium 'Discretizations and convergence of methods for IBVP', Sixteenth International Conference Zaragoza-Pau on Mathematics and its Applications, Jaca, Spain, 2022.

B. Cano & I. Alonso-Mallo, 'Efficient time integration of nonlinear partial differential equations by means of Rosenbrock Methods', en el minisimposium 'Integration of parabolic PDEs and applications in finance and sciences', SCICADE, Scientific Computation and Differential Equations, Reikiavik, Iceland, 2022.

B. Cano & M. J. Moreta, 'Cómo evitar la reducción de orden cuando métodos Runge-Kutta explícitos exponenciales integran problemas de valor inicial y de frontera no lineales', en el minisimposium 'Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales y Aplicaciones', Congreso Bienal de la Real Sociedad Matemática Española, Ciudad Real, España, 2022.

#### **C4. Comunicaciones en congresos en los últimos seis años**

B. Cano & M. J. Moreta, 'How to avoid order reduction when explicit exponential Runge-Kutta methods integrate nonlinear initial boundary value problems', en el Workshop on Numerical Analysis celebrado por el 70 cumpleaños de J. M. Sanz-Serna, Valladolid, 2023.

B. Cano & M. J. Moreta, 'How to avoid order reduction when explicit exponential Runge-Kutta methods integrate reaction-diffusion initial boundary value problems', en el minisimposium 'Numerical Integration of Partial Differential Equations, CEDYA/CMA 2020, Gijón, España, 2021.

B. Cano & M. J. Moreta, 'Exponential quadrature rules without order reduction for integrating linear initial boundary value problems', en el Equadiff Conference, Leiden, Holanda, 2019.

B. Cano & N. Reguera, 'How to avoid order reduction when Lawson methods integrate nonlinear initial boundary value problems', en el workshop 'Modelling of nonlinear dispersive waves: Mathematical theory and numerical approximation', CIEM, Castro-Urdiales, 2019.

#### **C.5 Pertenencia a tribunales de tesis en los últimos seis años**

"Métodos de escisión y composición para ecuaciones diferenciales y aplicaciones", de Alejandro Escorihuela-Tomás, en la Universidad Jaime I, Castellón de la Plana, 2 de Diciembre de 2022.

“Magnus-based geometric integrators for dynamical systems with time-dependent potentials”, en la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 21 de Marzo de 2019.

### **C.6 Organización de workshops o sesiones especiales en congresos en los últimos seis años**

- Workshop “Modelling of nonlinear dispersive waves: Mathematical Theory and Numerical Approximation”, CIEM 2019, Castro-Urdiales.
- Sesión especial: “Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales”, RSME 2019, Santander.