

¡El maestro sigue enseñando!

Jorge Alberto Naranjo Mesa

Carlos Alberto Palacio Tobón

(Colombia, 1971-v.)

Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes (Colombia) y Doctor en Ingeniería-Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Christian Albrechts de Kiel (Alemania). Profesor Asociado de la Universidad de Antioquia. Autor de tres libros, dos capítulos y numerosos artículos.



Resumen

Este artículo presenta un recuento de un maestro excepcional: Jorge Alberto Naranjo Mesa. Se pretende evidenciar, por medio de algunas anécdotas personales del autor, el impacto del maestro en sus estudiantes, de qué manera influyó en la vida de los que estuvieron cerca de él, a través de ellos y de su extensa obra escrita y su repercusión en la formación de las futuras generaciones de estudiantes. Se hace especial énfasis en la reflexión y la discusión académica, en torno a problemas de la mecánica de fluidos y la hidrodinámica, y en la contribución hecha en este campo por el profesor Jorge Alberto en compañía del autor, a través de varios trabajos de investigación.

Palabras clave

Enseñanza de la mecánica de fluidos, formación de ingenieros, Jorge Alberto Naranjo Mesa, resaltos ondulares, turbulencia.

Para un bachiller de pueblo, de finales de la década de los ochenta, empezar en la universidad en Medellín era todo un desafío; más si era la primera vez que se iba a la ciudad. Ese fue mi caso: llegué cargado de ilusión pero también de miedo. Tenía una noción idealizada de la universidad; pensaba que allí iba a encontrar la posibilidad de responder todas aquellas preguntas que se me habían despertado

en el colegio, que se abriría el mundo de la ciencia que apenas llegaba a mi pueblo (Jericó) en destellos fortuitos. Sin embargo, el primer semestre me puso los pies en la tierra y me di cuenta de que la cuestión era de sobrevivencia, tanto en la vida académica como, literalmente, en el día a día en Medellín, en plena guerra contra el “cartel de Medellín”.

Afortunadamente sobreviví al primer semestre y en el segundo encontré algo de lo que había soñado que era la universidad, en mi curso de Física I, con el profesor Miguel Monsalve. Este profesor me llenó ese vacío de una manera amable, sencilla y cargada de sabiduría. En su clase de Física me mostró la magia del universo y la conceptualización humana de él. Todo era lógico y armónico. La física, con su lenguaje la matemática, nos ayudaba a ver el universo en una dimensión no permitida para nuestros ojos. Pero los encuentros con Miguel Monsalve iban más allá de la clase.

En esos días estaba dando mucho de qué hablar el libro *Historia del tiempo* de Stephen W. Hawking, que yo había tenido la oportunidad de leer en mi pueblo, y quise que el profesor me lo explicara. Así que formamos un grupo de estudio, de reuniones semanales al inicio de la noche, una vez terminada la jornada del profesor. En ese maravilloso semestre, donde lo más esperado eran los encuentros de nuestro grupo de estudio, en los que los temas iban de la física a la literatura, alternando a Hawking con Hermann Hesse, empecé a sentirme de verdad en la universidad... Pero el semestre terminó y con él la asignatura de Física I.

Los momentos con el profesor Miguel Monsalve continuaron, pero ya no era nuestro profesor de Física y a los otros profesores les faltaba algo que a él le sobraba: esa brujería para encantar a los estudiantes... En una ocasión le conté al profesor de mi nostalgia y me contestó: “tranquilo, pronto estarás en la Facultad de Minas y te encontrarás con Jorge Alberto Naranjo. Ya verás al hombre que encontrarás: es un genio, un hombre de otra dimensión y un gran maestro”.



Figura 1. Día de mi grado de Ingeniero Civil. A la izquierda, Miguel Monsalve Gómez. Medellín, 22 de septiembre de 1994.

Llegué apurado al aula porque el bus que nos transportaba de la Sede del Volador a la Sede de Robledo se había demorado un poco. Era la primera semana del primer semestre académico de 1991 y mi quinto semestre de la carrera, por lo que no recordaba el nombre recomendado por Miguel Monsalve. Corrí a mi primera clase de Mecánica de Fluidos de la que no conocía al profesor. Cuando entré al aula él ya estaba allí, sentado en una silla ubicada en la esquina contraria a la puerta de entrada. Miraba con atención a cada estudiante que ingresaba, con una mirada dulce acompañada de una sonrisa. Su cabello y barba largos me dieron la impresión de que se trataba de un anciano, de un hombre de avanzada edad. Sin embargo, cuando el salón estuvo completamente lleno y comenzó a hablar descubrí en su voz, en el brillo de sus ojos y en sus movimientos, a un hombre de gran vitalidad y pasión.

Empezó la clase con una hermosa narración de la relación del hombre con el agua, desde el neolítico hasta la Grecia clásica. Su erudición se hizo evidente: en unos instantes me sentí transportado por sus palabras a la antigüedad. Todo lo que decía me parecía tan interesante y me llenaba de una urgencia de leer y consultar sobre cada hombre sabio que mencionaba, de leerme cada libro que citaba... Me parecía atípico, algo extraño que muchas de las referencias que nos citaba como esenciales para seguir el curso no fueran libros técnicos, sino novelas y poesías. La primera clase me dejó una mezcla de sentimientos, mucha emoción por lo que me traía el semestre y, a la vez, el compromiso de estar a la altura de ese profesor, de no decepcionarlo. Pero ¿cómo hacerlo? Tenía el semestre más cargado de la carrera, estaba empezando todas las materias fundamentales de mi pregrado.

Al salir de clase e ir a la cafetería me encontré con un montículo de volantes puestos allí para ser tomados... Vi que era una especie de manifiesto en contra de la guerra en el Golfo Pérsico, una súplica por la conservación de un territorio patrimonio de la humanidad, un llamado para que se evitara la destrucción de la cuna de la cultura occidental... firmaba: Jorge Alberto Naranjo Mesa. No podía creer que fuera el mismo profesor de Mecánica de Fluidos. Definitivamente, se salía del modelo de todos los profesores que había conocido hasta el momento.

Cada clase de Mecánica de Fluidos se convirtió para mí en un desafío. La cantidad de información hilada magistralmente en las palabras de Jorge Alberto, alrededor de la física de los fluidos, era una experiencia única. Me sentía un discípulo afortunado al escuchar en persona el conocimiento en la voz cautivadora de un genio. Esas clases me mostraron el camino que quería seguir en mi vida: el estudio de la naturaleza, en particular de la física del agua y de su papel de cincel en la escultura de nuestro planeta.

Descubrí que podía *tomar un atajo* para navegar en el océano infinito del conocimiento sin perderme: adoptar

como brújula, como faro guía a mi profesor. Entonces, me convertí en su discípulo. No había clase, seminario, foro, conferencia o charla que él ofreciera en la que yo no estuviera en primera fila: “Historia de la ciencia: del Neolítico a la Edad Moderna”, “Epicuro”, “La razón áurea”, “Las ecuaciones de Navier-Stokes”, “Los trabajos experimentales de Galileo Galilei”, “La música del agua”, “La culinaria de Leonardo da Vinci”, “La melancolía: Durero, Miguel Ángel, Leonardo da Vinci, Juan Rulfo”, “El Quijote de la Mancha”, “Matemática y poesía”, “Literatura temprana antioqueña”, “Nietzsche y Carrasquilla”, “Carrasquilla y Silva”, “La imposible comunidad: Georges Bataille”, “Deleuze” fueron algunos de los temas en los que navegué con él.

En una oportunidad, al salir de clase, se me arrimó y me dijo: “Carlos, te tengo una propuesta, ¿por qué no empezamos con tu proyecto de grado?”. Me sorprendí mucho, apenas estaba cursando el quinto semestre, pero mi respuesta fue inmediata: “claro que sí profesor, muchas gracias por proponérmelo”. Me dijo: “la teoría de ondas que se maneja en nuestros medios de ingenieros hidráulicos está en varios sentidos subdesarrollada, en un nivel semiempírico bastante desalentador. Debemos buscar cómo suplir la necesidad de una aproximación analítica más precisa a las ondas en líquidos a superficie libre”. Me dijo que me podía llevar unas notas que había escrito hacía un par de años sobre “Ondas en superficies líquidas”, que aún estaban inéditas. Que lo escrito en esas notas, en buena parte, era conocido ya por los buenos hidrodinámicos del siglo pasado. Me llevé el cuaderno de notas y además me sugirió prestar en la biblioteca los libros *Hydrodynamics* de Horace Lamb y *Boundary Layer Theory* de Hermann Schlichting. Me asusté al darme cuenta de que eran libros en inglés y mi conocimiento de dicha lengua era cercano a ninguno.

Antes de emprender la tarea de vacaciones, sugerida por el profesor, me dirigí a la sede del Volador a conversar sobre el tema con el profesor Miguel Monsalve, quien me recomendó que antes de asumir la lectura de los libros de Lamb y Schlichting estudiara un poco el capítulo de ondas en el agua del libro *Waves, Physics*

Course, vol. 3, de la Universidad de Berkeley, y me prestó su ejemplar personal para que lo llevara conmigo.

En mis vacaciones en Jericó seguí la recomendación del profesor Miguel Monsalve y luego, al estudiar el material recomendado por el profesor Jorge Alberto, me di cuenta de que la dificultad para comprender los libros de Lamb y de Schlichting no radicaba en el idioma sino en su alta complejidad. Pero también que las notas escritas por Jorge Alberto retomaban la teoría de estos dos grandes hidrodinámicos y la ponía a un nivel más cercano sin quitar nada, al contrario, agregando párrafos o incluso páginas con demostraciones que eran asumidas por los autores originales como *obvias*, pero que para un lector iniciado apenas en el tema casi imposibles de entender.

A partir de esa fecha mi relación con el profesor Jorge Alberto se intensificó. Empecé a reunirme con él en su casa, inicialmente una vez a la semana y luego dos o tres. Allá conocí a Marina y a sus hijas, quienes se familiarizaron con mi presencia y tomaron confianza para jugar o conversar conmigo. Eran jornadas de estudio intensas donde quedaban muchas tareas para ambos. En las pausas tenía la dicha de hablar con Jorge Alberto de literatura, desde el *Fausto* de Goethe y luego una a una de las obras de este genio alemán. También tuve la fortuna de escuchar reflexiones e historias alrededor de su novela *Los caminos del corazón*, que había publicado ese mismo año, así como de su proyecto de escribir una novela sobre la Facultad de Minas, para el cual se preparaba leyendo mucho a Tomás Carrasquilla, a Charles Dickens y a otros autores clásicos de la literatura universal, maestros en pintar el alma de los niños y los adolescentes. Proyecto que daría sus frutos en su novela *La estrella de cinco picos* publicada unos años después, en 1995.

Con el trabajo realizado en esos años pudimos mostrar que, a pesar de los muchos experimentos reportados y de la precisión de las ecuaciones para resaltos hidráulicos con alto número de Froude, la teoría clásica del re-

salto hidráulico contiene una brecha de incertidumbre para los resaltos con bajo número de Froude, denominados resaltos ondulares. Midiendo un buen número de resaltos ondulares dejamos en claro que la teoría de ondas cnoidales era realmente una buena teoría para comprender el perfil del tren de ondas de un resalto ondular. Dedujimos relaciones empíricas entre las condiciones iniciales y precedentes en resaltos ondulares (con variación del número de Froude medido aguas arriba, entre 1,87 y 2,48). Además, hicimos una clasificación del fenómeno observado, teniendo en cuenta la forma de la variación de los niveles máximos y mínimos de la superficie del agua con el avance del tren ondular. Por otro lado, se complementó la teoría hidráulica tradicional, en la que el resalto hidráulico no disipa el momento lineal sino solamente energía, lo cual no se cumple en los resaltos ondulares, donde ambas magnitudes, momento y energía, cambian significativamente. En efecto, mostramos que la altura secuente real es una fracción de la prevista por la hidráulica tradicional y demostramos que un resalto ondular disipa más energía que uno que no ondula y se desarrolle a igual número de Froude.

El hermoso trabajo de Jorge Alberto sobre *Ondas en superficies líquidas*, escrito en 1989, permaneció inédito por décadas, a pesar de mi insistencia en muchas oportunidades sobre la importancia de esta publicación. Finalmente, la versión enriquecida con los resultados de las investigaciones experimentales, realizadas por el autor con varios de sus estudiantes, entre ellos los resultados que encontramos en nuestro trabajo, fue editada y publicada en agosto de 2018.

Durante mi Maestría en Hidráulica, en la Universidad de los Andes, Jorge Alberto continuaba siendo mi asesor permanente y consejero. Varias veces viajé de Bogotá a Medellín, exclusivamente, para reunirme con él y discutir sobre los resultados experimentales de mi investigación. Cuando terminé, el profesor Mauricio Toro me contactó, por sugerencia de Jorge Alberto, para ofrecerme la posibilidad de realizar un doctorado bajo su tutoría, con el acompañamiento de Jorge Alberto.

Fue así que en el primer semestre académico de 1998 empecé mis estudios de Doctorado en Ingeniería en la Facultad de Minas y dediqué los dos primeros semestres al estudio de la Teoría de la Turbulencia con Jorge Alberto.

En este nivel la metodología de trabajo con Jorge fue muy diferente a la seguida en el pregrado: nos pusimos hombro con hombro a explorar el estado del arte de la Teoría de la Turbulencia; las referencias trabajadas eran un reto para ambos. A veces pasaban semanas enteras en que no podíamos avanzar una página, pero

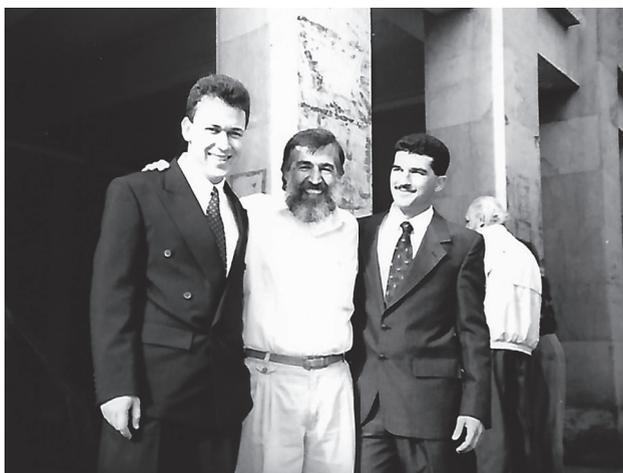


Figura 2. Día de mi grado de Ingeniero Civil. En el centro Jorge Alberto Naranjo Mesa y a la derecha José Javier Jaramillo Monsalve. Medellín, 22 de septiembre de 1994.

De allí surgió nuestro trabajo “La Turbulencia 2-D: ¿Una incoherencia analítica?” presentado en el XIV Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. En esa ponencia mostramos cómo el problema hidrodinámico de la turbulencia se orienta a encontrar los campos de velocidad y la presión media: siete incógnitas en el caso más simple. Para ello, los más diversos autores resaltan que solo tienen tres ecuaciones de momentum y la ecuación de conservación de masa del flujo medio. Al parecer, ningún uso le dan a la ecuación de flujo instantáneo. Es por esto que surgen efectos de ausencia de este condicionante y hasta inconsistencias en

luego, de un momento a otro, recibía una llamada de Jorge Alberto que me decía: “Muchacho, ya sé cómo se resuelve, descubrí el truquito”. Y nuevamente me sorprendía la genialidad de Jorge: ¿cómo podía habersele ocurrido eso? Y así avanzábamos semanas fluidas sin interrupción, disfrutando del nuevo conocimiento, tratando de *domesticar* la turbulencia, pero sin perderle en ningún momento el respeto al tema. De cada aprendizaje nacía una nueva pregunta ante la que nos atrevíamos a postular nuestras propias hipótesis.



Figura 3. Portada del libro *Ondas en superficies líquidas* de Jorge Alberto Naranjo Mesa, publicado en Medellín por Léanlo Editores.

los resultados. Nosotros resolvimos estas limitaciones planteando el mismo problema y analizando cuidadosamente las estructuras de la turbulencia 2D y 3D para un flujo medio unidireccional, involucrando la ecuación de conservación de masa del flujo instantáneo.

Durante mi estadía doctoral de tres años en Alemania recibí, esporádicamente, la sorpresa de una llamada de Jorge Alberto. Sentía su afecto, su cariño. Recuerdo que en la soledad y frío de una Navidad en esas tierras germánicas recibí una carta de Jorge Alberto animándome con un paquete de preciosos villancicos.



Figura 4. Mi grado de Doctor en Ingeniería. En el centro Jorge Alberto Naranjo Mesa y a la derecha Francisco Mauricio Toro Botero. Medellín, 21 de junio de 2002.

Maestro por siempre. Al terminar mi doctorado, en el año 2002, ingresé como profesor vinculado a la Universidad de Antioquia, con la tarea de liderar la creación de los programas de pregrado de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental y formular en detalle la línea de Hidráulica de estos. Nuevamente, visitas a Jorge Alberto en su hogar para conversar sobre cuál debe ser el propósito fundamental de la formación de ingenieros en Colombia, con una visión global pero desde la solución de los problemas locales, y muy particularmente de los temas y metodologías que deben hacer parte obligatoria en la formación en hidráulica de los ingenieros que se enfrentarán a los desafíos del siglo XXI.

Pasados los años, ejerciendo yo como Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia y el profesor John Willian Branch Bedoya de Decano de la Facultad de Minas, nos reunimos con la intención de organizarle un homenaje al profesor Jorge Alberto por su vida y obra. Pensábamos realizar un acto protocolario entre las dos instituciones, para hacerle un tributo al gran maestro. Sin embargo, cuando hablé con Jorge Alberto me dijo: “Carlos, a mí no me gusta eso, muchas gracias por tan hermosa intención, pero yo no

quiero homenajes. Si realmente quieren homenajearme háganlo publicando un manuscrito que tengo, que es un material que podría ser útil para los estudiantes de ingeniería”. Es así como entre las dos instituciones nos pusimos en la tarea de editar el manuscrito de Jorge Alberto titulado *Sobre el movimiento de los cuerpos en medios resistivos*, publicado por ambas universidades en julio de 2012.

Este libro enriquece significativamente la literatura científica en el área de la hidrodinámica. Su rigurosidad físico-matemática lo convierte en una excelente opción como texto de apoyo para cursos de hidrodinámica avanzada en posgrados. No obstante, gracias a la capacidad analítica del autor, a su dominio del tema y a su experiencia de maestro de jóvenes ingenieros, el libro puede ser de gran provecho para estudiantes de pregrado de cualquier ingeniería que necesiten complementar o entender mejor algunos temas de la hidrodinámica, la mecánica de medios continuos o la mecánica de fluidos, temas tratados de manera *árida* en muchos otros textos.



Figura 5. Portada del libro *Sobre el movimiento de los cuerpos en medios resistivos* de Jorge Alberto Naranjo Mesa, editado por la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional, Sede Medellín, en el año 2012.

La obra de Jorge Alberto consta de cinco capítulos. En el capítulo 1, “Sobre el movimiento de los cuerpos en medios viscosos”, el autor hace un recorrido histórico de las diferentes aproximaciones de los físicos para entender el movimiento en medios viscosos, iniciando en las aproximaciones galileanas de la caída en medios resistivos, continuando con un cubrimiento detallado del trabajo realizado por Newton en el Libro II de su *Principia*, pasando luego por D’Alambert, Euler, Lagrange y Laplace, para finalizar con la presentación cuidadosa de las ecuaciones de Navier-Stokes en la primera mitad del siglo XIX (Navier, Poisson, Saint-Venant, Stokes) y diversos trabajos realizados por Laplace y Stokes en medios resistivos. En el capítulo 2 el autor presenta “Los trabajos de Newton con el agua y con el aire”, basado en el Libro II del *Principia* “El movimiento de los cuerpos en medios resistivos”. Es un maravilloso recorrido en el que el lector es llevado, tranquilamente, de la mano de Jorge Alberto Naranjo a la mirada original de Newton. En el capítulo 3, “El péndulo cicloidal”, se recorre la historia de la cicloide desde Galileo (demostraciones tomadas de *En dos nuevas ciencias*, de Galileo Galilei), poniendo a *conversar* varias generaciones de físicos: Wren, Huygens, Newton y Galileo. En los capítulos 4 y 5, “La turbulencia 2D, ¿una incoherencia analítica?” y “Estructura de dipolos con intensidad constante”, el autor aborda temas hidrodinámicos de actualidad, abriendo a la discusión de la comunidad científica tópicos de punta en el conocimiento de la hidrodinámica.

Jorge Alberto no solo tenía la capacidad de entender una amplia variedad de temas, sino que abarcaba el estado del arte de la mayoría de ellos y avanzaba más allá. Pero su talento no se quedaba ahí. El maestro tenía la magia de la divulgación a un público apenas iniciado, en el que sembró una semilla que germinó en muchos de nosotros y nos llevó a dedicar nuestras vidas a alguna de esas bellas ramas que nos enseñó: la física, la ingeniería, la hidráulica, la termodinámica, la meteorología, la historia, la literatura, el arte. Mis notas como profesor de Mecánica de Fluidos se encuentran enmarcadas en las clases de Jorge Alberto, y algunas

de sus anécdotas y relatos hacen parte de mi repertorio semestral.

Es por eso que hoy, entre sus discípulos, se encuentran reconocidos intelectuales y profesores universitarios que transmiten el legado de Jorge Alberto a sus alumnos en Colombia y en el mundo. A través de sus escritos y de sus alumnos, ahora profesores, seguirá enseñando Jorge Alberto a las nuevas generaciones de estudiantes.