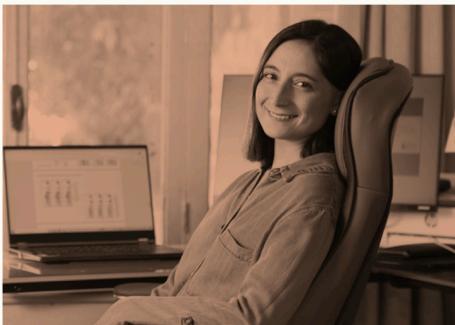


Expertas I

**CINCO VOCES FEMENINAS
EN STEM**

Dirección de igualdad de Género



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
EDITORIAL

EXPERTAS
CINCO VOCES FEMENINAS EN STEM

DIRECCIÓN DE IGUALDAD DE GÉNERO
UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Dirección de Igualdad de Género
Expertas. Cinco voces femeninas en STEM
Dirección de Igualdad de Género, Osorno;
Editorial Universidad de Los Lagos,
septiembre del 2021.
100 P; 17 X 24 cm cerrado
RPI: 2021-A-8515 ISBN: 978-956-6043-47-8
1. Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas 2. Biografías
3. Trayectorias de investigación 4. Prácticas

EXPERTAS.
CINCO VOCES FEMENINAS EN STEM

Dirección de Igualdad de Género

© 2021 Universidad de Los Lagos

ISBN: 978-956-6043-47-8

RPI: 2021-A-8515

editorial@ulagos.cl

www.editorial.ulagos.cl

Cochrane 1070, Osorno

Edición de contenido: Gabriela Balbontín Stefen

Edición: Carolina Carillanca Carillanca

Diseño y maquetación: Alexis Hernández Escobar

Ilustradora: Kiyen Clavería Aguas

La presente edición ha sido posible gracias al proyecto ULA 1895
“Fortalecimiento de la investigación y posicionamiento institucional para el desarrollo
regional”, financiado por el Ministerio de Educación.

La impresión ha sido posible gracias al proyecto INGE210006 de la Dirección de
Investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de
Los Lagos, financiado por la Agencia Nacional de Investigación de Chile (ANID).

Derechos reservados.

Prohibida la reproducción parcial o total de este libro por cualquier medio impreso, elec-
trónico y/o digital, sin la debida autorización escrita de sus herederos y Editorial Ulagos.

Impreso en Andros
Santiago de Chile

EXPERTAS
CINCO VOCES FEMENINAS EN STEM

DIRECCIÓN DE IGUALDAD DE GÉNERO
UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
EDITORIAL

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
PILAR BARRÍA SANDOVAL	15
Pasión por investigar.....	15
La ciencia como sentido de vida.....	17
Maestra, guía inspiradora.....	19
En constante aprendizaje.....	21
Sistémica y colaborativa	24
Reconocimiento editorial.....	25
Evolución en mi trabajo.....	28
Científicas integradoras	31
MIRNA BRAUNING WISTUBA.....	35
La ciencia como devoción.....	35
La conexión perfecta	37
Ciencia infinita	39
Tirarse a la piscina	40
Una mirada nueva.....	41
Epifanía docente	42
Sostenibilidad	43
Mujeres STEM	44
Cambiar el modelo.....	45
Igualdad de género.....	47
Mujeres subrepresentadas	47
Nunca se termina de aprender	48
YAYNÉ BELTRÁN GUILARTE	51
Serás lo que quieras ser.....	51
Luchadora incansable	53

Cuba en la memoria	55
Sí se puede.....	57
Curiosidad pura, juguetes nuevos	58
Ir por mis sueños.....	60
Mirada femenina, amor por la investigación	61
NORKA FUENTES GONZÁLEZ	63
Años de formación: explorar, observar, imaginar.....	63
Fascinación e intriga, reto constante	65
Referentes e inspiraciones.....	65
Terrenos de reconocimiento	66
La influencia del maestro.....	68
Generar conocimientos y consciencia medioambiental..	70
Mujeres apasionadas	70
Estudios avanzados y redes globales	71
Transferir conocimientos	73
La ciencia al servicio de la comunidad.....	74
Una verdad incómoda	75
Cambio climático.....	76
MARGARITA PÉREZ VALDÉS	79
Amor a la naturaleza.....	79
Herramienta para la vida	80
Muchas mujeres, muchas maestras	82
Una mirada holística	84
Procedimientos y enfoque de género	85
Trabajar en equipo	86
Publicaciones e investigaciones.....	87
Desarrollo profesional	88
Curiosidad y espíritu crítico	90
Todo es político	91
EPÍLOGO	93

INTRODUCCIÓN

En Chile y el mundo existe una preocupación latente por la caída de vocaciones femeninas en las disciplinas del área STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés). Una caída que no solo se observa en las escasas matrículas y el acceso de las mujeres en estas áreas de estudio, sino también en las dificultades que encuentran durante el proceso formativo y su desarrollo profesional, producto de los roles de género dentro de sus labores, los cuales generan diferencias que dificultan el avance de las mujeres en estas áreas y reproduce segregaciones importantes en el desarrollo de nuestra sociedad.

Estas áreas disciplinares han sido históricamente consagradas a la figura masculina, dado que los roles y estereotipos de género han asociado lo masculino a roles de productividad en espacios públicos encarnando valores de poder, autoridad y racionalidad. Mientras que históricamente lo femenino se ha vinculado a roles maternales del cuidado, la crianza, reforzando en los ámbitos privados idearios de fragilidad, subordinación y emocionalidad. En el tiempo, estos roles asociados a lo femenino y lo masculino se han cristalizado como estereotipos, afectando negativamente a las mujeres que buscan iguales oportunidades laborales y de desarrollo.

En Chile, según datos CASEN de 2017, la distribución por sexo refleja una marcada estratificación de género en las áreas de ingeniería, industria y construcción, donde la presencia de las mujeres representa solo un 20,2%, y en tecnología de la información y comunicación un 22,4%. Esto nos remarca que los roles de género

siguen promoviendo profesionales que reproducen espacios masculinizados y feminizados.

Por otro lado, el informe GET de Comunidad Mujer nos señala que “los hombres se matriculan en carreras asociadas a una mejor remuneración en el futuro, como son las vinculadas a Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM), donde solo hay un 27% de mujeres (SIES)”¹

Esta situación también se puede ver en la Universidad de Los Lagos, pues en 2019 solo un 24% de las matrículas del área de tecnología fue femenina y en Ciencias Básicas un 33%. En 2018, en el ámbito tecnológico, solo un 5% de la fuerza laboral fue ocupado por mujeres en Chile, lo que nos habla de un panorama preocupante que nos compromete a pensar en la igualdad de género para un desarrollo sostenible justo.

Estas diferencias entre carreras y profesiones feminizadas y masculinizadas continúan imperando en la sociedad, lo cual limita las elecciones, el desarrollo durante la carrera y la inserción laboral de las mujeres. Esta situación promueve, desde el origen de la formación, las futuras desigualdades a lo largo de la vida profesional, unas que afectarán en los ingresos femeninos y, por ende, en sus posibilidades y oportunidades de vida. Y también, sin duda, en las diferentes valoraciones económicas y simbólicas que hay sobre el desarrollo de la ciencia, conocimiento, tecnología e innovación en el país y, jerarquizando una disciplina por sobre la otra.

Ante este panorama, la serie Expertas busca visibilizar el quehacer de las mujeres en la Universidad de Los Lagos. Este primer tomo, titulado *Expertas. Cinco voces femeninas en STEM* visibiliza el trabajo de algunas mujeres de las áreas STEM de nuestra universidad, con el objetivo de reconocer los talentos y capacidades

1. Comunidad Mujer, 2016, p.51-52.

de las mujeres que, al mismo nivel de sus pares varones, generan conocimiento, desarrollo e innovación: publicar sus percepciones del área y sus aportaciones al desarrollo de la disciplina desde sus vivencias personales humaniza la producción del conocimiento, porque emerge desde lo situado. Asimismo, creemos importante compartir sus saberes y experiencias, porque las vuelve referentes para otras niñas, jóvenes y mujeres que quieren insertarse en el mundo académico.

Este libro es el resultado de un taller de escritura, al cual se invitó de manera ampliada a las mujeres de las áreas STEM de la universidad. Cinco de ellas decidieron tomar una pausa para revisar su trayectoria, escribir sobre sus historias y dejar un legado inspirador para mujeres más jóvenes que las invitara a acercarse a estas áreas.

Así, este libro reúne la vida personal y profesional de cinco académicas e investigadoras de la Universidad de Los Lagos en sus propias voces. Cada una de ellas nos relata cómo desde la infancia comenzó a interesarse y preguntarse por sus respectivas disciplinas y cómo se transformó en un desafío de vida.

Expertas. Cinco voces femeninas en STEM comienza con el testimonio de Pilar Barría, la más joven, nacida en 1986, *ad portas* de la democracia, y culmina con Margarita Pérez, la mayor y con más experiencia, nacida un año antes del Gran Terremoto del 60.

Pilar Barría nos acerca a la ciencia y su carrera académica a través de sus intereses y experiencias familiares y personales. Se detiene en la importancia de otras mujeres que, como referentes, influyeron en su camino y conformación como investigadora. También nos habla sobre la importancia del trabajo en equipo en el hacer científico y cómo las mujeres aportan en una forma de hacer ciencia más colaborativa y menos jerárquica: aspectos

fundamentales a la hora de pensar en el aporte de las mujeres en la epistemología, metodología y ética científica.

Mirna Brauning nos ofrece una lectura rica en recuerdos y detalles para conocer desde lo más personal cómo se acercó a las ciencias, su pasión. Nos revela anécdotas y preguntas que tornan humano y cercano su relato. A través de sus palabras, la autora nos enseña que la ciencia es infinita, y nos revela esas eternas ganas por aprender y descubrir. Nos cuenta cómo otra académica fue su referente y quien la impulsó y acompañó para desarrollarse como investigadora. Esta experiencia enseña el llamado *affidamento*² que promueven algunas feministas italianas. El *affidamento* es una práctica que muchas mujeres han buscado para tener desde donde posicionarse y acercarse al mundo, pues se constituye como una necesidad para actuar socialmente entre mujeres y una forma de hacer visible otras fuentes de saber. Por último, destacamos cómo ese *affidamento* la ha llevado a que uno de sus temas de trabajo e investigación sea potenciar el acceso y desarrollo de las mujeres en STEM, algo que la vuelve doblemente referenta para otras niñas y mujeres que se quieren acercar a estas áreas.

Yainé Beltran parte con una reflexión muy necesaria para todas las mujeres, y que apunta a reconocer nuestros aportes y dificultades de estar en las ciencias. Su relato es mágico, porque nos traslada a su infancia para recordar la importancia de su madre como motora y acompañante de sus estudios y curiosidades por los inventos. En su texto, se torna bello el lugar de otras mujeres, quienes al igual que en capítulo anterior, nos llevan a pensar en la importancia del *affidamento* para avanzar en las dificultades. La autora nos cuenta

2. Lía Cigarini, 1995. Según Cigarini el *affidamento* es una relación política entre mujeres, es el desplazamiento de energía que depositábamos en los hombres, ahora dirigido a las mujeres. *Affidarse* es la confianza y reconocimiento de otra mujer para hacer circular autoridad femenina, vínculo auténtico que hace crecer.

cómo su perseverancia y optimismo la llevaron al lugar de hoy y cómo observa con mucha claridad las dificultades culturales y de género.

Para Norka Fuentes es la abuela quien siembra en ella la curiosidad e impulsa sus inicios por la investigación. Parece relevante destacar el lugar de la genealogía femenina como motor, sentido y hasta cómplice del desarrollo de las mujeres en estas áreas. La autora relata sus avances y reconoce sus descubrimientos científicos como grandes aportes, los que se ven truncados en el país, dada la dificultad de hacer ciencias en algunos sectores si no se cuenta con el apoyo adecuado. Sin embargo, destaca cómo estas dificultades no frenan la pasión de la autora para seguir aportando y descubriendo, a la vez que nos obliga a preguntarnos cómo las mujeres hemos aprendido culturalmente a dar(nos) mucho más de lo materialmente disponible para, a veces, ser consideradas la mitad de buenas.

Este libro cierra con Margarita Pérez, quien se acerca a nosotros/as a través de la hermandad en la infancia y cómo ese espacio de curiosidad y juego fue el germen de su interés por la fisiología y la enseñanza. En su vida profesional, al igual que en la de las otras autoras, aparecen mujeres como referentas relevantes que la impulsaron a avanzar y que han permanecido en su recuerdo, profesionales o no. Algo que nos parece fundamental y que nos permite preguntarnos por el lugar de los propios linajes y genealogías femeninas en el hacer ciencia de otro modo. A través de su relato de vida, la autora nos muestra cómo el hacer científico no está desligado de nuestro compromiso social y político.

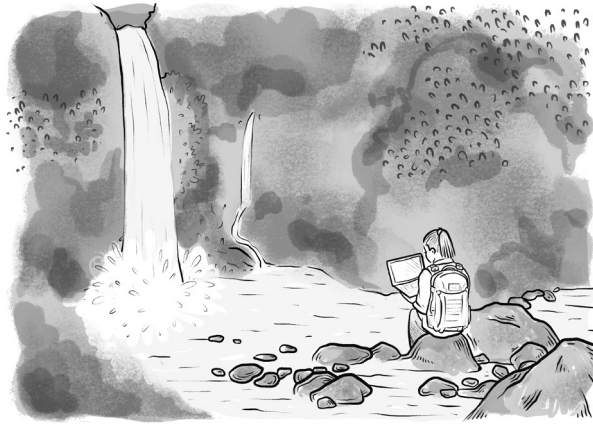
Este libro reúne miradas de científicas que valoran las ciencias como una herramienta social para ofrecer espacios alternativos en las comunidades y la generación de conocimiento. Esperamos que

Expertas. Cinco voces femeninas en STEM

sea fuente de inspiración para las jóvenes generaciones que están por dar ese salto en sus vidas.

DIRECCIÓN DE IGUALDAD DE GÉNERO

Universidad de Los Lagos



PILAR BARRÍA SANDOVAL³

1986, Osorno

PASIÓN POR INVESTIGAR

Si bien soy la primera integrante de mi familia con la suerte de tener acceso a una formación formal universitaria, tuve varios acercamientos a la ciencia desde el seno familiar. Podría mencionar, por ejemplo, las múltiples visitas que hice junto a mi padre a las dependencias y laboratorios del SAG, cuando él, en su labor de técnico agrícola, debía analizar muestras para testear la presencia de brucelosis bovina o de la mosca de la fruta, que han amenazado a la producción silvoagropecuaria del país en distintas épocas. En

3. Ingeniera Civil Hidráulica (Universidad de Chile). Ph.D Sciences (Universidad de Melbourne). Directora del Grupo Internacional de Investigación en Hidrología, estudia los problemas de escasez hídrica producto del cambio climático y aporta nuevos conocimientos para pensar los problemas sociales y ambientales en Chile y el mundo.

cuanto al terreno científico formal, soy la primera de la familia en optar a un posgrado y dedicarme a la ciencia.

Como toda niña, crecí con gran curiosidad, principalmente por la naturaleza, insectos del entorno de Osorno, y por los saltos de agua del Parque Nacional Puyehue: sentía una mezcla de miedo, respeto y admiración por tan imponentes cuerpos de agua. Pero si tuviese que pensar en un momento preciso en el cuál la pasión por investigar se despertó en mí sería cuando mi mamá me compró una enciclopedia en doce cuotas. Tenía nueve años y recuerdo el día en que llegaron los libros, el olor a papel nuevo y las ilustraciones brillosas que invitaban a leer. Pasé mucho tiempo revisando esos libros; uno de los que más me gustó fue el de astronomía: ver las capas de los trajes de los astronautas y cómo debían prepararse para vivir en condiciones extraterrestres fue, sin duda, una de las primeras invitaciones que tuve a estudiar. Luego, en primero medio del Liceo Eleuterio Ramírez, trabajé con el profesor Tulio Santibáñez en una exposición para Explora sobre el efecto Doppler. Esa experiencia me marcó y de hecho por algunos años quise estudiar Ingeniería en Sonido.

En mis primeros años de colegio tuve la suerte de contar con buenos profesores de ciencias, quienes me motivaron mucho. Recuerdo las clases en el laboratorio de ciencias de la Escuela Efraín Campana Silva y luego el laboratorio de biología y química en el Liceo Eleuterio Ramírez de Osorno. Recuerdo varias experiencias, como la vez que, en clases de biología, tuvimos que abrir un ojo guardado en formalina para analizar sus partes.

Más tarde, en mi adolescencia me generaba mucho interés viajar y aprender. Cuando tenía quince años postulé a una beca para estudiar en la Escuela de Verano de la Universidad de Chile. Eso significó mudarme a Santiago y dejar mi casa en Osorno por primera vez. Tomé el curso de Matemáticas I, que me dejó fascinada.

Durante un mes conocí Santiago y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, lo que fue crucial para decidir que quería estudiar en esa facultad.

Afortunadamente no tuve que trabajar para pagar mis estudios: postulé a la Beca Universidad de Chile y fui beneficiada. Ello implicó estudiar de manera gratuita durante seis años. No fue fácil porque la beca exigía aprobar todos los cursos desde el quinto semestre en adelante. Pero me concentré y terminé mi carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. Es más, me enfoqué tanto, que fui alumna destacada por unos dos o tres semestres y obtuve el Premio Pablo Pérez Zañartu, a la Mejor Estudiante de Ingeniería Civil Hidráulica, otorgado por la Asociación de Canalistas del Maipo. Luego tuve la fortuna de obtener la Beca Chile para realizar mis estudios de doctorado en la Universidad de Melbourne en Australia.

LA CIENCIA COMO SENTIDO DE VIDA

Para mí la ciencia es un proceso continuo de preguntas, de curiosidades y de búsqueda de respuestas. Es aprender a lidiar con la frustración, equivocarse y emocionarse con los resultados. Es un trabajo colaborativo que me motiva y que me hace darle sentido a la vida.

Cuando yo me fui a estudiar a la Universidad de Chile, en el 2004, mi hermano mayor me dijo que lo pensara bien antes de estudiar allá porque el veinte por ciento eran mujeres, que más encima venían de los mejores colegios y que era un ambiente muy masculino. Él estaba preocupado porque pensaba que lo iba a pasar mal, que me iba a encontrar con un ambiente demasiado competitivo para mí. Si bien mi interés por la ciencia se origina en la niñez, da un paso formal con la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, en la Escuela de Verano. El primer curso al que asistí fue a los quince años y el segundo a los diecisiete, donde estudié Matemáticas y Fí-

sica, respectivamente. El ambiente de la Escuela de Verano -en esos tiempos al menos- invitaba a pensar más allá, a reflexionar sobre problemas que requieren ser resueltos mediante un entendimiento de las matemáticas y de la física. Recuerdo que fue en esas aulas donde me di cuenta de que quería estudiar Ingeniería Civil, y que quería estudiarla en un lugar así, donde se invita a la reflexión, donde está bien pasar horas o días pensando en cómo resolver un problema, donde se generaba un ambiente de colaboración y de discusión sobre el porqué de las cosas.

En cuanto a la hidrología, que es la disciplina en la que me he desarrollado, el interés fue ya avanzada en la carrera de Ingeniería Civil, en tercer año, por los terrenos realizados y los papers que nos hizo leer la profesora Ximena Vargas sobre la aplicación de la hidrología para evitar o controlar inundaciones. Recuerdo en particular un artículo sobre el problema de inundación o desborde del río Arno en Florencia, el impacto que ciertas tormentas habían tenido en la destrucción del patrimonio universal ubicado en esa bella ciudad, y la importancia de una hidrología bien entendida para evitar desastres. Por otra parte, en la realidad nacional y en mi labor de Ingeniera Civil Hidráulica, me tocó presenciar los conflictos socioambientales surgidos por los diseños y proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico en el sur del país. Fue ahí que salí un poco de mi burbuja y mi sesgo ingenieril, para despertar a algo muy obvio para la mayoría, pero no tan obvio para alguien entrenada en analizar los problemas de forma más bien fragmentada. En realidad, no se pueden abordar los problemas con una visión fragmentada; necesariamente se deben analizar como sistemas, entendiendo y abordando sus diversas dimensiones. En ese sentido, la hidrología es fundamental, pues articula las ciencias sociales y las ciencias físicas, al estudiar y proyectar el recurso hídrico, cuya escasez o cuya presencia evidencia un problema político-social muy

profundo de nuestro país, y refleja la inequidad y la injusticia. Fue justo después de esa experiencia que decidí hacer mi doctorado, para buscar un espacio de aprendizaje, de reflexión y de mejora en mis herramientas, para poder aportar y trabajar en temas en los que a mi parecer puedo aportar más.

MAESTRA, GUÍA INSPIRADORA

Mi primera maestra fue Ximena Vargas de la Universidad de Chile, la dama de la Hidrología de Chile. Gracias a la profesora Xime, sus clases, sus recomendaciones y guía, me encanté con la hidrología. Ella es de las primeras profesoras mujeres del Departamento de Ingeniería Civil de la Escuela, lugar que siempre ha estado dominado por los hombres. Hay anécdotas que dicen que cuando ella partió no había ni siquiera baño de mujeres. Ella siempre ha sido de opiniones muy claras, muy directa, muy al grano, y muy buena en lo que hace. De hecho, ha trabajado en casi todos los estudios de descripción de las cuencas de Chile. Ahora mismo es la jefa de proyecto del Balance Hídrico Nacional. Es una mujer muy reconocida, ha sido un tremendo aporte a la hidrología nacional: conoce todo tipo de cuencas, de climas, de historias, y ha formado a todos los hidrólogos que hay ahora en Chile. Yo la admiro muchísimo, es realmente una inspiración. A veces a mí me amedrentaba un poco por su dureza en el lenguaje, por su manera de pararse, por lo que esperaba de mí. Sin embargo, fue ella quien me recomendó para el doctorado. Como todavía trabajo como académica en la Universidad de Chile, hemos mantenido el vínculo.

Posteriormente, mis supervisores del doctorado, Kevin Walsh y Murray Peel fueron quienes me motivaron día a día para seguir adelante, para viajar y presentar mis resultados, para mostrarme al mundo.

Dentro de las ciencias, mis referentes son Jessica Budds de Inglaterra (University of East Anglia), Maisa Rojas, Directora del CR2, y Laura Gallardo, ex directora del CR2.

Jessica Budds es un referente en cuanto a ecología política, materia que aborda estudios ecológicos desde una perspectiva transdisciplinaria, con foco en el rol del poder y su sesgo e influencia en estudios supuestamente objetivos y sin sesgo.

Maisa Rojas es climatóloga, autora de los reportes del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), en particular de los capítulos sobre el clima en Sudamérica, experta en cambio climático y comunicadora científica. Laura Gallardo es climatóloga, química, experta en calidad del aire y también fue directora del CR2.

Fuera de la ciencia mis referentes son Michelle Bachelet, Jacinda Ardern y Angela Merkel, todas mujeres fuertes, inteligentes, influyentes y valientes, sin miedo a opinar y generar cambios.

Considero que la ciencia se hace en equipo. Se requiere de trabajo en equipo, de lo contrario no se logra influir ni se logra hacer ciencia que trascienda y que cumpla con el objetivo de ayudar a la sociedad. Yo sí he podido trabajar en grupos o equipos de distintas disciplinas. Actualmente soy directora del Grupo Internacional de Investigación en Hidrología, en la que participan ingenieros civiles y una experta en ciencias socioambientales y forestales, donde me tocó liderar una publicación sobre el impacto del cambio climático y la no estacionariedad de la hidrología en el otorgamiento de derechos de agua. La hidrología no es estacionaria, especialmente ahora con el cambio climático las condiciones están cambiando permanentemente. Los caudales ya no mantienen un promedio sino que están siendo cada vez más bajos. A veces hay eventos más extremos, por lo tanto, la desviación estándar tampoco se mantiene. El problema con los derechos de agua en Chile es que se han otorgado basándose en ejercicios o cálculos estadísticos: se buscan los caudales

históricos, se calcula cuál es un caudal seguro (lo cual ocurre muy frecuentemente), y eso es lo que se otorga como derecho de agua, que queda como propiedad, inscrito en el CBR. En el fondo, es un título de propiedad, no es algo que varíe: si tú tienes esa propiedad, es tuya, independiente de que el río no tenga agua, es tuyo. Nuestra investigación fue para demostrar que en realidad los caudales no son estacionarios, por lo tanto, no tiene mucho sentido tener un sistema en el cual el uso del agua se reparta según ciertas condiciones que no tienen nada que ver con la física de este fenómeno, que está basado en que el agua que hubo treinta años se mantiene de aquí en adelante. Como la hidrología no es estacionaria, no tiene mucho sentido tener un sistema de otorgamiento del agua que se base en derechos que consideran caudales que son absolutos. Lo que sí tendría más sentido, sería usar acciones o porcentajes de lo que hay disponible, más que un caudal o un volumen dado. En esta investigación trabajamos colaborativamente con abogados, climatólogos e ingenieros. Fue una buena experiencia sin duda.

Por último, junto a otros colegas nos acabamos de adjudicar un fondo en el que trabajaremos durante los próximos dos años: investigaremos la provisión de agua por parte del bosque nativo en una cuenca de Chile (Aculeo) y las posibles compensaciones al bosque nativo por este servicio. En el equipo trabajará una experta en ciencias socioambientales, un ingeniero forestal y una profesora dedicada al estudio de la economía. Es la manera de lograr resultados que permitan entregar datos para los tomadores de decisiones.

EN CONSTANTE APRENDIZAJE

Sin embargo, honestamente creo que aún estoy en proceso de desarrollo, en la búsqueda de mi aporte y de mis procesos distintivos. Muchas veces me descubro a mí misma un poco agobiada por miedo de no estar haciendo nada nuevo, o de estar aplicando métodos

de otros en lugares nuevos. Una de mis grandes motivaciones y anhelos es desarrollar algo que sea distintivo y una herramienta que sea un real aporte.

Mis herramientas tecnológicas usuales son mi computador y los programas para generar códigos o scripts para implementar modelos hidrológicos que puedan calcular proyecciones climáticas y cuantificar el impacto que tienen en los recursos hídricos. Nunca dejo mi computador, es como un órgano vital. Mi mamá se ríe porque lo llevo siempre en mi espalda. Es que si hay tiempos muertos, o espacios libres, prefiero aprovechar el tiempo y revisar alguna serie o gráfico.

Otra capacidad que no tenía y que ahora estoy desarrollando es la comunicación. Tomé clases de oratoria, pues me interesa mucho poder comunicar, enseñar, transferir el conocimiento. Esto por varios motivos, pero uno muy práctico es que cualquier herramienta de modelación o resultado de investigación no tendrá utilidad si no es entendido y si no es validado por los actores o la comunidad interesada.

La tecnología ha facilitado muchísimo mis métodos de investigación. Mi trabajo se centra en la modelación hidrológica para la cuantificación de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos, en particular en la disponibilidad hídrica superficial, y en la recarga de acuíferos; el análisis y diseño de métodos de adaptación para enfrentar la escasez hídrica; y la gestión de recursos hídricos.

Yo tengo diez años de experiencia profesional y académica, y en el curso de estos diez años he visto cambios sustantivos en la tecnología, los cuales muchas veces son vertiginosos y me hacen agradecer el poder trabajar en la universidad, pues gracias a eso puedo destinar tiempo a aprender a utilizar esas herramientas y desarrollos tecnológicos.

El desarrollo tecnológico cambia constantemente mis métodos de investigación. Hace diez años, cuando partí trabajando, había geógrafos que se dedicaban a trabajar con la información espacial utilizando el programa ARCGIS, software pagado, con licencia, muy pesado e inestable. Para mí no era una opción, pues no tenía el computador adecuado, simplemente estaba fuera de mis posibilidades. Unos cuatro años después, ya iniciado mi doctorado, el software libre equivalente a ARCGIS, QGIS, ya contaba con un nivel de desarrollo muy avanzado, robusto, estable y gratuito. Recuerdo la satisfacción de aprender que podía yo misma delimitar las cuencas de estudio desde mi computador. Gracias a eso pude mejorar mis caracterizaciones hidrológicas, porque pude trabajar con datos espacialmente distribuidos, mucho más parecido a la realidad.

Lo otro que cambió mi forma de investigación fue el acceso a documentos electrónicos de las bibliotecas. Para todo investigador, una parte importante del tiempo la dedicamos leyendo, poniéndonos al día. Al inicio de mi carrera debía solicitar los libros, ir a la biblioteca y a veces no estaban disponibles, había que esperar que el o la otra usuario/a lo devolvieran. Hoy siempre hay formas de poder conseguir esos libros online, e incluso los puedo dejar en mi tableta y leerlos en cualquier momento y en cualquier lugar. El año pasado fuimos con mi marido a las Torres del Paine y algunas noches, luego de un día de caminata, me entretuve leyendo algunos artículos.

Otro cambio tecnológico maravilloso es la comunicación remota, que pude probar estando en mi doctorado. El año 2016, tuve la oportunidad de pasar una temporada en Halifax, Canadá, y mantuve mis reuniones, mi trabajo, desde esas lejanas tierras, a la vez que mantenía una relación fluida con mis supervisores en Australia. Luego terminé mi último año de doctorado en Chile, y

tuve mi defensa de grado de forma online en el año 2017, mucho antes de la pandemia.

Una anécdota que siempre comparto con mis alumnos, cuando les hablo de la importancia de actualizarnos y de estar constantemente aprendiendo, es el tremendo cambio que yo misma presencié entre mi último año como estudiante de Ingeniería Civil y lo que presencié cuatro o cinco años después. Recuerdo haber estado muy atenta en la clase de proyecto de Centrales Hidroeléctricas, dictada por una eminencia en la materia, el profesor Bennewitz, conocido por haber electrificado el país. En una de sus clases, el profesor ilustra la importancia de la hidroelectricidad en Chile, y menciona que las energías renovables no son competitivas pues, además de generar muy poca potencia, son muy caras, de modo que las centrales de embalse son aún una gran necesidad para el país. Pasaron cuatro o cinco años, y las reformas normativas acaecidas en el país más los avances tecnológicos elevaron a las energías renovables a una posición privilegiada. Eso también contribuyó a mi convencimiento de que debemos estar en constante aprendizaje y que no podemos cerrarnos a lo que escuchamos, aunque sea de gente que admiramos mucho, sino que siempre debemos estar abiertos a escuchar y aprender de lo nuevo que nos ofrece la vida.

SISTÉMICA Y COLABORATIVA

Creo que mi voz en el trabajo aparece en la organización y el pensamiento sistémico para abordar los problemas, el entusiasmo para seguir adelante frente a condiciones adversas y la capacidad de convocar grupos, de motivar a otros para colaborar en mis proyectos. Mi enfoque científico es clásico, consta de recopilar información, sistematizarla, entenderla o darle sentido; modelar para entender y proyectar para buscar soluciones. Sin embargo, creo que mi sello está en reconocer y buscar la colaboración, en entender

que sola no voy a hacer mucho ni voy a generar un cambio, en que es necesario y es entretenido colaborar con personas que piensan distinto a nosotros, aunque a veces me enoje y tengamos choques o discusiones por enfoques discordantes.

Mi pasión es entender los problemas de gestión de recursos hídricos de manera profunda. Es llegar a un lugar o a una zona y mirarla con detención, desde distintas aristas o dimensiones, y conocerla lo mejor posible. Mi manía está relacionada a esto mismo. Tengo un compañero y amigo que siempre me dice: “Lo perfecto es enemigo de lo bueno”. Yo le respondo: “El problema está en cómo definimos qué es bueno y qué es perfecto”.

Mi manía es que me cuesta soltar los problemas, o terminarlos, pues tengo la tentación de seguir, de buscar un poco más, de agregar más información al modelo y probarlo frente a otros escenarios. Sin embargo, el tiempo y los recursos son escasos. Sigo en la búsqueda de un espacio que me permita hacer lo que me gusta, que me permita estudiar los problemas de recursos hídricos por sobre los plazos y los recursos de proyectos. Es algo que no estoy segura de poder lograr, pues nos encontramos en una era en la que lo inmediato y la competencia nos empujan a trabajar en tiempo record.

RECONOCIMIENTO EDITORIAL

Mi primera publicación científica fue mi trabajo de título, en mi último año de pregrado de Ingeniería Civil. La tesis fue publicada por la editorial española EAE, en formato libro. Esta publicación no contó con revisión de pares, pero fue una gran motivación para mí, porque me hizo pensar que en realidad el trabajo realizado, a pesar de ser sencillo, puede ser de interés para otras personas y puede aportar al intercambio con compañeros en otros lugares del mundo. Esta publicación corresponde a mi tesis: “Pronóstico de caudales medios mensuales en las cuencas de los ríos Baker y Pascua”. Allí

ajusté modelos de pronóstico de caudales de deshielo utilizando redes neuronales. La novedad de la tesis -para la fecha en la que se publicó, año 2009- fue la mejora que ofrecían los modelos basados en redes neuronales para pronósticos de caudales, al permitir representar estos procesos altamente no lineales. La relación entre cuánto llueve y cuánto escurre no es lineal. En este caso yo utilicé redes neuronales, basadas en representaciones matemáticas que operan con la lógica de las neuronas, es decir, que van aprendiendo de los datos. Esa fue la novedad, además de que permiten usar modelos no lineales, lo cual representó una mejora en términos físicos. Antes los modelos de pronóstico solo se realizaban hacia adelante y en una sola dirección, pero no se podía regresar atrás y aprender de los datos nuevos. Esta publicación ha tenido más de 2.500 lecturas.

Posteriormente, mi primera publicación científica con revisión de pares, es mi paper: “Uncertainties in runoff projections in southwestern Australian catchments using a global climate model with perturbed physics”. Esta publicación -la primera de mi doctorado y también la primera que tuve que escribir en inglés- marcó el inicio de mi carrera como investigadora, porque fue publicada en el *Journal of Hydrology*, una de las revistas más competitivas en mi disciplina, y trató acerca de la cuantificación y el análisis de las incertidumbres, debido a las parametrizaciones de los modelos globales climáticos (modelos que simulan el clima de todo el planeta, forzados por distintas emisiones de gases de efecto invernadero, utilizados para simular proyecciones de cambio climático), y cómo se propagan en las distintas etapas de la modelación hidrológica, hasta llegar a las proyecciones de caudal, que son las más utilizadas por tomadores de decisiones, pues indican cuánta agua habrá a futuro en nuestros ríos.

Los principales temas que suscitaban mi interés correspondían a cuánto sabemos y cuánto no sabemos sobre la hidrología (o presencia de agua) en nuestras cuencas. ¿Cuánto sabemos sobre cómo responden nuestras cuencas a ciertos forzantes del clima? Y ¿cuánta es la incertidumbre que hay en los modelos utilizados y en los métodos que usamos los hidrólogos para poder entregar proyecciones para los tomadores de decisión?

Los temas recurrentes en mi investigación corresponden a:

- * ¿Cuánta agua hay en nuestros ríos? Avanzar en la cuantificación de la disponibilidad hídrica superficial en cuencas ubicadas en zonas semiáridas y de clima mediterráneo. Esta cuantificación se realiza a partir de series de tiempo, o mediciones de caudal y de otras variables, como lo son los anillos de crecimiento de árboles. Y se utilizan herramientas como la estadística y la modelación hidrológica.
- * Variabilidad interanual e interdecadal de los caudales en ríos de Chile para identificar y entender la variabilidad en distintas frecuencias de los caudales en ríos chilenos, junto con atribuir las forzantes que se asocian a dichos modos de variabilidad.
- * Riesgo hidroclimatológico, por eventos de sequías y de inundaciones, entendiendo el riesgo como la probabilidad de que una amenaza se transforme en un desastre. Ello requiere de conocer y describir la amenaza hidroclimática, pero también la vulnerabilidad y la exposición que muchas veces debe caracterizarse mediante información socioeconómica.
- * Gestión de recursos hídricos, es decir, ¿cuánta agua estamos usando en Chile? ¿cómo opera nuestro sistema de otorgamien-

to de derechos de agua en un contexto de cambio climático?
¿Cómo podemos diseñar estrategias o medidas de adaptación a la escasez hídrica en Chile considerando un clima cambiante?

EVOLUCIÓN EN MI TRABAJO

Mi trabajo ha tenido una evolución que me parece natural. Partí por analizar de manera muy rigurosa y en detalle aspectos matemáticos de la modelación hidrológica y de las incertidumbres en las proyecciones hidroclimáticas⁴, con el objetivo de entender que podrían utilizarse nuevas herramientas para explicar mejor los procesos hidrológicos de las cuencas, y cómo responden a forzantes externos. Sin embargo, el esfuerzo estaba puesto principalmente en la curiosidad científica, en entender los fenómenos, sin enfocarme mayormente en la aplicabilidad de esto (a pesar de que sí la tenía). Luego, conforme fui avanzando en mi doctorado, me interesó buscar cómo mejorar las estimaciones. Una vez conocidas las incertidumbres en la hidrología, me interesó pensar en cómo usamos otras herramientas que nos otorga la misma naturaleza para poder acercarnos a reproducir la historia de los ríos. Para ello, incursioné en la dendrocronología. Esto fue gracias a la colaboración de un colega de la Universidad de Valparaíso (Ariel Muñoz), quien hizo un muestreo de araucarias de la novena región, y me solicitó trabajar en la reconstrucción de caudales en los ríos Biobío y Laja. Ambas reconstrucciones, basadas en la historia que cuentan los árboles a través de sus anillos de crecimiento, permitieron conocer los caudales y su evolución durante los últimos cuatrocientos años en el Laja y el Biobío, su variabilidad interdecadal asociada a distintos forzantes planetarios como lo son la Oscilación decadal

4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169415005466> y <https://www.publish.csiro.au/ES/issue/10513/>

del Pacífico y la Oscilación Antártica, pero también el impacto del cambio climático global.⁵

Luego hubo otra evolución en mi trabajo, pues ya habiendo demostrado y entendido que hay una respuesta detectable de la hidrología de nuestros ríos a forzantes tanto planetarios (naturales), como al cambio climático antrópico, viene la siguiente pregunta natural: ¿Qué hacemos con esta información? ¿Cómo la utilizamos para mejorar nuestras vidas? En este paso, comencé a investigar interdisciplinariamente en conceptos como lo son el riesgo hidroclimatológico y en la gestión de recursos hídricos. Ambas líneas de investigación requieren de la información cuantitativa de la hidrología, pero con un foco en dar respuesta a problemas sociales y ambientales. El primer trabajo realizado corresponde a un proyecto donde analizamos y cuantificamos el riesgo por múltiples amenazas (inundaciones, sismos, deslizamientos y tsunamis) en dos zonas costeras (El Quisco y San Antonio), considerando la exposición y vulnerabilidad tanto física como socioeconómica que caracteriza a ambas ciudades.⁶ El resultado del proyecto y el artículo fue muy interesante: mostró que el desarrollo de las ciudades costeras de Chile se ha estado realizando sin considerar las posibles amenazas, y dio luces sobre cómo disminuir la vulnerabilidad para avanzar en la preparación o en el aumento de la resiliencia en estas zonas. Luego trabajé en cuantificar y entender qué tan preparado está nuestro sistema de otorgamiento de derechos de aguas frente a una hidrología no estacionaria, afectada por cambio climático.⁷ Este trabajo demostró que nuestro sistema de otorgamiento de derechos de aguas requiere ser actualizado, considerando los cambios de la

5. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.5186>

6. <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/572>

7. <https://www.elementascience.org/articles/10.1525/elementa.340/>

hidrología, especialmente debido a que en Chile, los derechos de uso de agua se otorgan como propiedad privada y a perpetuidad.⁸

Si tuviera que elegir un trabajo científico que ha sido determinante en mi carrera es el estudio que lideré en la cuenca de la Laguna de Aculeo, amparado en el proyecto FIC RM 2017, “Caracterización del consumo hídrico y del sistema hidrogeológico en la cuenca de Aculeo, determinación de posibles soluciones y campaña de educación ambiental.” Este trabajo fue especialmente importante para mí, porque es el primer proyecto donde pude aplicar la modelación hidrológica como una herramienta para la gestión de recursos hídricos en una cuenca, trabajando y recogiendo la información de los actores, y aportando a dar respuesta a sus consultas. Este proyecto, finalizado recientemente (durante el año 2020), me dio la oportunidad de trabajar en el territorio con un grupo de personas afectadas por una crisis hídrica que los dejó sin suministro de agua potable por semanas, con un lago que antes había sido centro de visitas y deportes náuticos, y que actualmente está completamente seco. El trabajo fue muy difícil, pues los ánimos estaban crispados, reinaba el enojo por la injusticia y por las sospechas. En ese ambiente, por primera vez, tuve que trabajar con actores sociales, para pensar y coordinar esfuerzos en encontrar primero: ¿Cuál es el principal factor que explica que la laguna de Aculeo se haya secado? Y luego, ¿cómo podemos adaptarnos y seguir adelante con la tarea de prepararnos para enfrentar la escasez hídrica?

Actualmente trabajo en cuatro proyectos de investigación, todos muy bien alineados y que tributan a una gran pregunta: ¿Cómo podemos adaptarnos y lograr la sostenibilidad en el uso de los recursos hídricos, para poder mantener la producción, y al mismo tiempo preservar nuestros ecosistemas de manera justa y equitativa?

8. <http://www.cr2.cl/policy-brief-cr2-derechos-de-agua-en-chile-una-mirada-discordante-con-los-procesos-naturales/>

Esto puede parecer demasiado ambicioso para una investigadora que solo trabaja en hidrología. Pero me gustaría dedicar mi carrera a esta pregunta, aunque sea ambiciosa, para lo cual no pretendo trabajar sola en ningún caso, sino colaborar, motivar y unir fuerzas con mis compañeras de trabajo, todos desde nuestras capacidades y esfuerzos.

Estoy trabajando en dos proyectos conjuntos de colaboración entre Chile y China, sobre gestión de recursos hídricos. En uno estamos investigando el Nexo WEF (Water, Food and Energy) en cuatro cuencas donde la hidroelectricidad es un factor importante. En el otro estamos investigando posibles soluciones basadas en la naturaleza, para mejorar la provisión de agua en cuencas chilenas y al mismo tiempo lograr resiliencia. En el tercero (el cual dirijo), buscamos cuantificar los servicios ecosistémicos del bosque nativo en la cuenca de Aculeo y trabajar en la determinación de posibles esquemas o programas de pago por servicios ecosistémicos, para proponer políticas públicas y mejoras en la Ley de Bosque Nativo de CONAF.

CIENTÍFICAS INTEGRADORAS

No quisiera estancarme en estereotipos, pero lo que veo y lo que he recibido de las mujeres con las que me ha tocado trabajar en el ámbito científico es calidez, confianza, ayuda, entrega y una visión global o sistémica de los problemas. Desde el punto de vista de las ciencias duras, las mujeres pueden ver los problemas como sistemas, sin aislar ciertas componentes, lo cual las hace excelentes investigadoras. Por otra parte, en general, las mujeres propician el trabajo en equipo, la preocupación por el grupo y por los individuos, generando ambientes más cálidos y motivadores.

En cuanto a la educación científica, como académica me motiva muchísimo la transferencia y la pedagogía. La educación científica

me ayuda a reforzar la teoría y la conceptualización de mi trabajo, y me retroalimenta con preguntas e ideas de los estudiantes que enriquecen la investigación y lo que estoy haciendo. La educación científica permite que nosotros como investigadores nos perfeccionemos y que tengamos que entender lo mejor posible cada paso de lo que estamos haciendo pues, como bien se indica en docencia, enseñar es la mejor forma de aprender. Además, creo que al hacer transferencia, se le da mayor valor a la ciencia por parte de la comunidad, y eso nos puede ayudar a hacer una ciencia más robusta y en mayor número.

La ciencia me hace feliz de muchas formas. Para mí, la ciencia y la academia son parte importante de mi vida, mucho más que un trabajo. Debo recalcar que yo estoy partiendo mi carrera, solo llevo tres años trabajando como académica e investigadora, ya que antes estuve en proceso de doctorarme. Lo que más me hace feliz es cuando el trabajo científico es transferido, cuando aporta a la sociedad o a grupos de personas a entender mejor los problemas y a poder tomar decisiones. Por ejemplo, en el trabajo que lideré en la laguna de Aculeo, hubo una instancia de evaluación y conversación, donde varias personas me agradecieron por el trabajo realizado, por explicar la hidrología en palabras sencillas, y por aportar con datos y modelos para su uso y coordinación. Eso fue muy emocionante y le dio sentido al trabajo. También me pone muy feliz cuando un tesista o memorista termina su trabajo, se titula y ve su proyecto finalizado: poder guiarlos en ese camino y ver los frutos es algo que me llena de alegría.

Como estoy partiendo mi carrera científica, no me siento cómoda realizando mi aporte a la ciencia, creo que me falta mucho aún. Si puedo decir algo, mi aporte como ingeniera y como académica es el entusiasmo y compromiso que pongo en cada proyecto o en cada idea en la que comienzo a trabajar. Y por lo que me han dicho, ese

entusiasmo también convoca o invita a otros a apoyarme y a poder trabajar de forma conjunta.

Tengo varios intereses que se relacionan con mi carrera, pues me cuesta ver mi profesión como un aspecto apartado de mi vida. Por ejemplo, el trekking o las caminatas: me gusta mucho ir a parques nacionales, al mar, a glaciares, a ríos y lagos. Me gusta acampar en un lugar apartado sin mucha gente. Me gusta mucho viajar, salir a conocer otros lugares. Creo que esto último es algo muy común en mi generación, a la gran mayoría de las personas de mi edad (35) les gusta mucho viajar, es algo que disfruto muchísimo y que aporta a mi formación con nuevas perspectivas. Parte de ser investigador es compartir la información que generamos a través de simposios o congresos, que constituyen una muy buena oportunidad para reconectar con colegas amigos y para salir a distraernos y a la vez conversar o discutir sobre lo que estamos haciendo. Eso es algo que aprendí a disfrutar durante mis años de estudiante de doctorado. En Australia es muy común el realizar encuentros anuales y cursos de verano en lugares turísticos, donde todos los investigadores nos reunimos por una semana a discutir sobre ciencia, dejando espacios para salir a la playa, a degustar vinos, a hacer deporte, etc.



MIRNA BRAUNING WISTUBA⁹

1982, VALDIVIA

LA CIENCIA COMO DEVOCIÓN

Era una tarde como cualquier otra. Mi hermano mayor Félix hacía sus tareas y estudiaba para el día siguiente. Yo jugaba en su pieza, dibujaba y lo acompañaba. De pronto él se levanta de su escritorio, se sienta en el suelo conmigo, y me dice: “¿Sabías que cuando subes una escalera ganas energía?”. Yo abrí mis ojos, lo miré incrédula y le dije: “¡Claro que no! ¡Si una se cansa! ¡Pierde energía!”. Y entonces vino la explicación. Hay distintos tipos de energía, y la energía que uno gana al subir, se llama energía potencial, que se relaciona con

9. Ingeniera Civil Industrial (Universidad de Los Lagos). Magíster en Gestión y Dirección de Empresas (Universidad de Chile). Diplomado en Género y liderazgo universitario (Organización Universitaria Interamericana). Sus áreas de interés son las industrias basadas en recursos naturales y la presencia de las mujeres STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), siempre bajo el paraguas de la sostenibilidad.

la fuerza de gravedad. Para subir, uno gasta otros tipos de energía: mecánica, química, pero gana energía potencial. Me quedé pensándolo, mientras continuaba dibujando maquinitas. Sí, ¡maquinitas! No flores ni paisajes. Maquinitas que hacían muchas cosas.

Este es uno de los recuerdos que tengo de cómo comenzó mi interés y búsqueda de conocimiento en el área de las ciencias, la física, las matemáticas. En mi familia no había antecedentes de científicos o de investigadores. Mis padres eran contadores, ambos trabajaron en esta área. Tengo una hermana, Ely, doce años mayor que yo, y un hermano, Félix, ocho años mayor. Y aunque no eran investigadores de actividad, siempre existieron muy buenos hábitos de lectura y de estudio. Había libros, enciclopedias... cómo olvidar los Icaritos o *El libro gordo de Petete* o las enciclopedias infantiles que estaban a disposición. Mis padres eran muy buenos lectores, mi familia es de hábitos religiosos, que incluyen la lectura y el estudio como parte muy importante de su devoción. Y mis hermanos mayores estudiaron en la universidad, por lo tanto yo estaba siempre cerca de libros, cuadernos, trabajos.

Yo también soy religiosa. Mientras más aprendo de ciencia más creo en que tiene que haber algo atrás, un propósito, un diseño. Porque el mundo de la ciencia es sorprendente, es gigante. Y no creo que la religión y la ciencia sean mundos contradictorios, sino más bien complementarios.

Como quería tener acceso a todo eso que estaba ahí, entender lo que hablaban, leer lo que leían, comencé a preguntar cómo sonaban las letras, hasta que aprendí a leer a los cuatro años. Entonces comencé a devorar cada libro que encontraba, y una parte no menor de las preguntas que me hacía hallaban su respuesta en los libros. Y así desde pequeña me acostumbré a buscar respuestas por mí misma.

Pero lo que uno lee es solo una parte. También está la experimentación tan necesaria, en mi caso, mis experimentos infantiles. Recuerdo verme atrapando zancudos gigantes y sacándoles las patas para ver si se movían solos. O cortándole la cola a lagartijas para ver si les salía una nueva. Luego, un poco más consciente del daño que causaba, comencé a sembrar todo lo que encontraba, para ver qué crecía. Y así es cómo crecieron entre las rosas y tulipanes tan cuidados del jardín de mi mamá, plantas de papas, arvejas, habas. Hasta que me cedieron un trozo de tierra para que hiciera mi propia siembra y no arruinara los jardines.

Todo esto transcurrió en Valdivia, una ciudad rodeada de agua, inmersa en los bosques, en la conocida selva valdiviana. Y entre los libros, las plantas, los insectos y los bosques, creció mi amor por la naturaleza, por el universo, por la ciencia. Tanto así, que sufría con cada árbol nativo que cortaban en los alrededores de la ciudad, para convertir los bosques en siembras de eucaliptus o de pinos. Todos los meses viajábamos a Puerto Montt a visitar a las abuelas, y entonces veía cómo avanzaba el panorama desolador. Mis bosques queridos, convertidos cada día más en cerros pelados, y en siembras monótonas.

LA CONEXIÓN PERFECTA

En la escuela siempre preferí aquellos ramos en los que había que pensar y usar la lógica antes que la memoria. Memorizar cosas porque sí nunca fue lo mío. Y entonces, por supuesto me acerqué más al área de las ciencias. Y sobre todo a las matemáticas. ¡Porque eran fáciles! Siempre era posible comprobar si un ejercicio estaba bien... no había que aprender nada de memoria, solo las tablas de multiplicar. Pero después de ese trago amargo, el resto era como un juego. En general, me gustaban todas las áreas: las artes, las letras, a veces incluso la historia, aunque el trono siempre lo tuvieron las

matemáticas. Y el interés por investigar se reforzó con tres eventos que ocurrieron en séptimo y octavo básico. Uno fue un taller al que fuimos invitados por la universidad. Nos llevaron a un laboratorio, nos pasaron unos pequeños platillos de vidrio con un gel de cultivo, y pusimos saliva en unos, y frotamos nuestros dedos en otros. Y quedaron bajo cultivo... Semanas después volvimos a ver qué había ocurrido. Y ahí estaban nuestras bacterias multiplicadas, que observamos bajo microscopios. ¡Increíble! Entonces, me inscribí en un taller de ciencias, donde hicimos cultivos hidropónicos, vimos el desarrollo de los pollitos en sus huevos en incubadoras hechas por nosotros. Y toda esta energía desarrollada en estas experiencias llevó a que, en un trabajo de ciencias, nos atreviéramos a más. Con un grupo de compañeros, con quienes debíamos hacer un trabajo en torno a las empresas productivas de la ciudad, nos propusimos hacer nuestra propia labor investigativa con respecto a la contaminación emitida por ellas. Conseguimos visitas, tomamos muestras de agua, tomamos fotografías, aunque no nos lo permitían, con temor de que podíamos ser acusados, convencidos de que podíamos ser fuente de una gran denuncia a la sociedad. Conseguimos apoyo para hacer algunos análisis y expusimos, llenos de miedo, nuestro trabajo. Este finalmente llegó a una exposición (claramente no éramos un peligro para la industria local) donde nos sentimos triunfantes por poder mostrar a las personas que las empresas sí contaminan y que eso no está bien.

Estas experiencias me sirvieron para darme cuenta de que, si bien el conocimiento es necesario, aprender leyes fundamentales, conceptos básicos, etc., lo que realmente nos mueve son las experiencias significativas. De la mayoría de las clases uno se olvida. Pero no de las oportunidades en que uno mismo experimentó, donde una se hizo las preguntas y buscó las respuestas. Lo que se enseña se aprende para una prueba y luego se olvida. Lo que se vive queda

guardado y se transforma en un combustible que hace andar un motor interior que quiere ir por más.

Y luego comienzan las decisiones. La primera, pequeña, escoger en tercero medio si seguir por el área humanista, científica o matemática. Y claro, aunque me gustaban las ciencias, las matemáticas eran lo mío. Entonces comencé a acercarme más a las matemáticas y a la física. Y la física fue mi nueva pasión. Porque es la conexión perfecta entre las matemáticas y la ciencia que conocía. La física me permitía entender por qué ocurren algunos fenómenos a partir de fórmulas matemáticas. Y por fin comprendí bien qué era la energía potencial de la que me había hablado mi hermano.

CIENCIA INFINITA

Años después tuve que decidir qué estudiar. Uf, difícil tarea. Me gustaba casi todo. Quería estudiarlo todo. Y entonces decidí Ingeniería Civil Industrial. Las ingenierías era un área que claramente era parte de las primeras opciones. Y la Industrial calzaba perfecto. Podía aprender de todo un poco, entender cómo funcionan los procesos y desempeñarme en todo tipo de empresas e instituciones. Eso significaba libertad total para seguir descubriendo a qué me quería dedicar, en qué me quería especializar. Y entonces comencé este desafío. Entre una beca y el apoyo de mis padres se costearon las matrículas y aranceles, y los pasajes y fotocopias los financiaba con clases particulares de matemáticas que hacía a niños y adultos, y cada oportunidad de trabajo de poca dedicación que encontraba.

Para mí, la ciencia es una palabra infinita. Infinita porque es conocimiento, y el conocimiento es infinito. Mientras más ciencia se hace, mientras más cosas logramos conocer y explicar, más preguntas nuevas se abren. La ciencia es una experiencia sin límites. Frente a la ciencia me siento pequeña, como una exploradora en un mundo que apenas empezamos a conocer. Donde logramos en-

tender solo lo que nuestras capacidades nos permiten. Y, aun así, el espacio de lo que somos capaces de explorar es tan grande, cada día se avanza más y más. Y ser parte de esos miles de pequeños pasos es toda una aventura.

Cuando era pequeña, veía programas de televisión de ciencia o de naturaleza o leía acerca de científicos, me parecían personas extraordinarias, casi inalcanzables. Con una inteligencia superior y con oportunidades que jamás podría tener. Incluso pensaba que debían ser las personas más adineradas del mundo, pues eran las más importantes. Y poco a poco esa imagen fue cambiando. Primero con profesores que me enseñaron que el método científico está al alcance de nuestra mano, que podemos hacer observaciones, mediciones y sacar conclusiones incluso en edad escolar. Y luego, estando más cerca de la universidad, hasta que pasé a formar parte de ella, como estudiante y después como académica, y vi a los científicos como realmente son: personas normales, con familias, vidas personales, trabajos, responsabilidades, ambiciones, sueños y también debilidades. Que saben mucho de algunas cosas y no tanto de otras. Y así la ciencia, antes inalcanzable, pasó a tomarme de la mano e invitarme a ir con ella a descubrir.

TIRARSE A LA PISCINA

En este viaje de acercarme a la ciencia muchas personas me inspiraron. La primera y más importante es Iyonne Hinzpeter, Ingeniera Civil Química. Ella fue mi profesora en la universidad y me hizo ver que hacer ciencia es posible. Recuerdo en una asignatura, Taller de proyectos, debíamos plantear una idea de proyecto innovadora y desarrollarla. Para mi sorpresa, ella tomó la idea que planteamos, nos mostró lo atractiva que era y nos impulsó a postularla a un fondo concursable. En una época en que el uso del propóleo era bien escaso, analizamos sus propiedades y nos dimos cuenta de

que era muy adecuado para la higiene bucal, porque tiene algunos componentes que, para decirlo en palabras sencillas, matan algunas bacterias que tenemos en la boca, que son las que producen las caries. La idea era producir una pasta de dientes en base a propóleo. No lo hicimos finalmente, pero sí fue relevante en mi formación darme cuenta de que las ideas eran realizables.

Más adelante, estuve trabajando muy de cerca con ella en el tiempo en que, además de ser la jefa de carrera, estudiaba un doctorado y trabajaba en sus artículos científicos. Y lo hicimos codo a codo, en transición de estudiante a profesora, con ella corriendo de un lado a otro con sus muestras y delantal blanco. Entonces, como quien empuja a alguien en un trampolín para tirarse a una piscina, me exigió formular mi primer proyecto de investigación. Gracias a su empuje, su energía, su ejemplo y convicción de que podía avanzar en la investigación, estoy aquí, escribiendo estas líneas para intentar inspirar a quienes puedan avanzar en esta línea o llegar hasta donde sus sueños las lleven.

UNA MIRADA NUEVA

Y bueno, para empezar a nadar en esta piscina, que se ha transformado en un océano, tuve por supuesto más apoyos. El trabajo colaborativo es fundamental: poder aprender de otros y conocer sus experiencias es acelerador y enriquecedor del trabajo. Yo soy Ingeniera Civil Industrial, lo cual tiene muchas líneas de desarrollo. En mi carrera éramos muy poquitos profesores en ese tiempo, y con baja experiencia en investigación. Por otra parte, desde pequeña, me interesó el ambiente y los seres que lo habitamos y formamos parte de él. Entonces me uní a un grupo de investigación de “Gobernanza ambiental”. Fue una experiencia detonante nuevamente. Mi proyecto de investigación, que trataba de la industria del salmón y su reacción frente a una crisis ambiental, pasó a formar parte del

conjunto de iniciativas respaldada por este núcleo. Y la riqueza de este grupo estaba en la diversidad. Éramos ingenieros, sociólogos, biólogos, etc., todos unidos por un interés común: lo ambiental y la mejor forma de organización y cooperación entre distintos actores. Trabajar con ellos me permitió acercarme a sus experiencias y técnicas, pero sobre todo abrir mi mirada para examinar un mismo problema desde distintas lógicas y con distintos lentes. Ahí comprendí que, si bien es posible hacer ciencia solo, lo único que se logra es privarse de la posibilidad de enriquecerla. Entonces, con cada investigación que quiero enfrentar, busco a socios o socias investigadoras que conozcan del tema y que ojalá sean de un área disciplinaria distinta.

EPIFANÍA DOCENTE

Una vez en la Universidad de Los Lagos, en el segundo semestre, en medio de una clase de Cálculo, miraba a mi profesora y tuve una epifanía: yo quería eso, quería ser como ella y como otras, una académica universitaria, trabajar para aprender y enseñar. Esa decisión llegó para quedarse. Desde ese día hice todo lo que estaba a mi alcance, sin comentarlo con nadie, para ser una profesora universitaria. Y el día en que me titulé, eso se hizo realidad.

Entonces viene el siguiente paso, el postgrado. A esas alturas quería especializarme en el área de la toma de decisiones en las empresas, en temas de gestión, en los que había quedado con gusto a poco en mis asignaturas en la universidad: quería saber más. Temas financieros, operacionales, de marketing, habilidades directivas. Entonces hice un Magister en Gestión y Dirección de Empresas. Solo éramos cinco mujeres en un curso de cuarenta personas, y además era la menor de todos. A la vez que estudiaba el magíster, trabajaba en la universidad, y, entre otras cosas, colaboré como directora alterna del par Explora Los Lagos, cuyo fin era la difu-

sión de las ciencias en niños, niñas y jóvenes. Ambas experiencias fueron muy enriquecedoras y siguieron guiándome en torno al camino que quería seguir.

SOSTENIBILIDAD

Con la etapa del postgrado superada, y ya con trabajo de jornada completa en la universidad, comencé a definir más claramente mis áreas de interés disciplinar, investigativo. Una de las cosas que siempre pensé era que quería hacer ciencia con sentido. Que para mí tuviera sentido y que para la sociedad también lo tuviera. Tratar de hacer del mundo y las organizaciones un mejor lugar. Poder generar algún impacto, algún nuevo conocimiento, una nueva perspectiva. La ingeniería tiene como fin, entre otras cosas, solucionar problemas para mejorar la vida de las personas. Desde ahí me quise situar. Entonces, las áreas de mi interés hasta ahora han sido las industrias basadas en recursos naturales y las mujeres en STEM. Ambas bajo el paragua de la sostenibilidad.

Ambos temas se conectan con mis pasiones. La naturaleza lo ha sido desde muy pequeña. Lo ambiental me ha movido e interesado a lo largo del tiempo. Porque los desafíos productivos en este entorno van más allá de mejorar un proceso y hacerlo más eficiente. Tiene que ver con las decisiones y las miradas a largo plazo. Se asocia con la forma en que empresas, personas e instituciones, se organizan para hacer de una industria, no solo un elemento que otorgue crecimiento y empleo a corto plazo, sino que comprenda que se desarrolla en un espacio-tiempo con limitaciones, no infinito. Y en nuestras manos está darle la importancia que merece. Lo que está en juego no es la supervivencia del planeta, sino la nuestra en él.

Con respecto a las mujeres y STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*), ha sido una verdadera pasión desde el día en que descubrí que el ser una entre muchos hombres, no era algo

divertido, no era una gracia. Entonces hubo dos organizaciones en las que participé en actividades de difusión con niñas y que planificamos con la universidad. Íbamos a los colegios o las invitábamos a la universidad. Les planteábamos el problema de género y les mostrábamos, para abrirlas los ojitos, cuántos hombres y cuántas mujeres hay en una disciplina determinada. Aprovechábamos esa oportunidad para conversar con ellas y escuchar sus observaciones.

MUJERES STEM

El año 2019, hubo un proyecto que licitó el Ministerio de Educación para hacer trabajos con jóvenes de enseñanza media y ponerlas en contacto con carreras universitarias. Se trabajó con estudiantes nuestras del área del STEM y con chicas del liceo, y se hicieron talleres de acompañamiento, y tenían cada una su tutora, también se hacían trabajos en grupo con la finalidad de incentivarlas a estudiar carreras del área STEM.

Lo otro que está por concretarse es generar un programa para aumentar tanto la cantidad de estudiantes mujeres como la cantidad de tituladas, para mejorar los indicadores de retención y titulación de mujeres en carreras del área de ingeniería. Con este proyecto terminé un diplomado, y es lo que quiero llevar a cabo, algo que está bastante conversado con la Dirección de Género, con la Dirección de Departamento, pero solo por cuestiones de tiempo y de agenda todavía no se ha podido implementar. Pero ese es mi sueño, lo que yo quisiera hacer dentro de la universidad.

No hay una sola organización de mujeres STEM en el mundo. Hay muchas iniciativas en distintos lados con impulso y notoriedad en los últimos años. No es que exista una sola gran organización que reúna todo esto. Dependiendo el tipo de universidad es el programa que se puede realizar. En el caso de la Universidad de Los Lagos tenemos que salir a buscar a nuestras nuevas estudiantes y

académicas del área STEM y una alternativa es incentivarlas para alcanzar el puntaje que les permita ser seleccionadas, o lo otro que a lo que me gustaría intentar llegar es generar un programa de acceso especial.

Que nos paguen menos que a los hombres y que seamos menos reconocidas es una realidad palpable y clara. Entonces he descubierto que tenemos mucho por hacer. No quiero que en las siguientes generaciones las niñas sean una excepción a la regla. La sociedad requiere de muchos talentos en el área STEM y nos estamos perdiendo de casi la mitad de ellas. Este descubrimiento se ha transformado, primero en una decepción, y a partir de ahí en un propósito. Quiero ser parte de quienes cambiemos esto. Y esa es una de las razones que hace que esté aquí sentada escribiendo estas líneas. Tal vez, quién sabe, alguna joven se decida por el camino de la ciencia al leer algunas voces que salgan de estas páginas. Y entonces, el mundo habrá ganado un talento.

CAMBIAR EL MODELO

Mi primer ámbito de interés investigativo fueron las industrias ligadas a los recursos naturales y su sostenibilidad. Participé en un núcleo de investigación interdisciplinario de gobernanza ambiental y ejecuté mi primer proyecto de investigación concursado al interior de la Universidad de Los Lagos. El título del proyecto era: “La bioseguridad como factor de reestructuración industrial: estudio de caso de la industria salmonera en Chile”. Este tema era muy interesante para mí, pues una de las principales industrias en región de Los Lagos es la industria salmonera, con una gran participación en las exportaciones, en los empleos generados y en el crecimiento económico. Y claramente se basa en el uso de recursos naturales. Si bien los salmones son cultivados y producidos, esto se hace en el ambiente natural, y supone desafíos importantes para

la sostenibilidad de la industria. Esto quedó más que claro cuando se presentó la crisis del ISA, que fue el detonante de mi tema de investigación. El ISA es una enfermedad, la anemia infecciosa del salmón, que afectó duramente la producción entre los años 2007 y 2009. Para combatir este problema y prevenir que volviera a ocurrir, era necesario que la industria tomara medidas sanitarias y modificara su forma de producción. Ese fue el tema que abordé en esta investigación, si las empresas modificaron su forma de producir como resultado de esta crisis, si aumentaron sus medidas sanitarias, si tomaban algunas de estas medidas antes de esta crisis. Y también analicé si estas medidas fueron tomadas como empresas individuales, o como asociaciones de empresas, y cuál fue el rol del ente regulador para enfrentar esta crisis. De esta investigación nació el artículo “Reconversión de industrias ligadas a recursos naturales: la promesa incumplida de la industria salmonera en Chile”, publicado en la Revista Venezolana de Gerencia.

Si fuera por mí, cambiaría el modelo de sociedad completo, pero sé que eso es un sueño. Entonces creo que hay que buscar los equilibrios en los que las industrias como la salmonera puedan funcionar, pero dentro de límites que permitan que el ecosistema pueda ir renovándose como corresponde, de acuerdo a sus tiempos y a sus procesos. Creo que hay muy poca regulación, y que la ambición y la avaricia es mucha y no se piensa a largo plazo. Las medidas que toman las industrias salmoneras en relación a resguardar los ecosistemas son mínimas. O sea, si no hay un rol del Estado fuerte es poco lo que se hace, a no ser que se te venga todo el mundo encima.

Posteriormente, mi interés investigativo tomó una nueva arista en la misma línea de la sostenibilidad, tuve la oportunidad de especializarme en distintos programas, que hicieron que la dimensión de género tomara una relevancia importante en mis intereses,

sobre todo como ingeniera, ya que es un área en la que las mujeres tenemos muy baja participación. Y eso se ha visto reflejado en mi interés investigativo en dos grandes áreas.

IGUALDAD DE GÉNERO

Una de estas áreas es en la que incorporé la dimensión de género a los temas de sostenibilidad industrial, y a la salmonicultura en particular, que sigue siendo tema de mi interés, por estar situada en la región en la que vivo y trabajo. Dentro de las aristas involucradas en la sostenibilidad se encuentra la igualdad de género. Y algunas de las formas de medir la igualdad de género en las industrias tienen que ver con la participación laboral de las mujeres en las distintas áreas o secciones de la misma industria, el acceso a cargos de decisión. Y entonces conversamos con Salmón Chile, una de las principales asociaciones de empresas salmoneras, en el marco del programa de Redes Territoriales de Investigación de la Universidad. Y ellos justamente habían instaurado recientemente la mesa de género en la industria, pero aún con muchas interrogantes, sin estudios de base. Y entonces ejecutamos el proyecto “Caracterización de la participación laboral femenina en la industria del salmón”, con el fin de generar información clave para la toma de decisiones respecto a los programas, planes y políticas de género a implementar dentro de la industria.

MUJERES SUBREPRESENTADAS

Y la otra área de interés, tiene que ver con la participación de las mujeres en áreas STEM. Las mujeres estamos muy subrepresentadas en estas áreas, y esto explica, en parte, la baja participación en áreas industriales, en cargos de decisión y en investigación e innovación tecnológica. Y este es un problema grave, dado que afecta el desarrollo de la sociedad, y también la posibilidad de lo-

grar mayor igualdad entre géneros. Y es por ello que he trabajado en estudiar el comportamiento de las postulaciones, matrículas y luego el desempeño universitario de las mujeres en estas áreas. Esto para poner un cimiento que permita generar intervenciones que apoyen la mejora de estos indicadores, sobre la base de buenos diagnósticos.

NUNCA SE TERMINA DE APRENDER

Creo que, además de los aportes al conocimiento, las mujeres aportamos mucho más. No digo esto porque tengamos características diferentes muy superiores al género masculino. De hecho, creo que no tenemos roles establecidos en la ciencia que dependan de nuestro género. Sin embargo, dado que existe tan baja participación de las mujeres en la ciencia, según algunas fuentes tan solo del 30%, cada mujer que se suma a la ciencia, aumentando la participación femenina en ella, significa un aumento de aporte científico global. Y eso se traduce en mayores avances científicos, tecnológicos, de calidad de vida. Y además produce un efecto multiplicador. Una de las razones que se esgrimen de por qué existe baja participación de las mujeres en campos científicos o tecnológicos, tiene que ver con la falta de referentes, con estereotipos fijados en los que los hombres son los científicos, los inteligentes. Por tanto, cada vez que aumentemos la participación de las mujeres, más niñas nos verán, se reconocerán en nosotras, e iremos avanzando en una mayor equidad, esta vez en la ciencia.

Para que este objetivo se alcance, uno de los pilares creo que es la educación científica. Por experiencia propia, creo que el acercamiento desde muy pequeña al mundo científico, genera grandes impactos. Aumenta la curiosidad, acerca la ciencia al mundo de lo posible, y con pequeños proyectos, es posible hacer de niños y niñas, científicos en potencia. He tenido la excelente experiencia de ser

parte del programa Explora, en el que se difunde la ciencia en niños, niñas y jóvenes, y es muy estimulante el ver el empeño, las ganas, el trabajo dedicado que ponen escolares en realizar investigaciones. Recuerdo una vez en que decidí en el programa “1000 científicos 1000 aulas, (programa en que investigadores e investigadoras visitan un establecimiento educacional preescolar, básico o de enseñanza media, para dar a conocer sus trabajos y experiencia) ofrecerme para ir a educación pre básica, lo que es muy poco frecuente. Y fue una experiencia realmente gratificante. El interés, las ganas de hacer preguntas y de aprender son enormes y sin barreras a esa edad. Si desde ahí se interviniera y se le diera espacio a la ciencia para niños y niñas, podría este cambio anhelado ser mucho más rápido.

La decisión de dedicar parte de mi vida al trabajo académico, ha sido realmente gratificante. Desde pequeña he tenido numerosos intereses, he sido inquieta, y la vida académica permite vivir en un constante aprendizaje, hacer cosas nuevas, presenta siempre nuevos desafíos. No hay lugar para el aburrimiento ni la monotonía. Por todos es sabido que nunca se termina de aprender, pero si además se le añade la posibilidad de uno mismo generar el aprendizaje, a partir de investigaciones que generen nuevos conocimientos, y que además se unan a los intereses personales, es una posibilidad maravillosa. En mi caso particular, el poder unir el área de la ingeniería con temas de desarrollo sustentable, y ahora más en particular con enfoque de género, creo que ha sido un aporte, pues ha permitido avanzar en estas áreas emergentes, y permear además a la industria y a los y las estudiantes, quienes han podido participar a través del desarrollo de tesis. Y este último aspecto es uno de los que más satisfacción me entrega. El poder unir la investigación con la docencia, trabajar con estudiantes, fomentar el interés por la ciencia en el estudiantado, es doblemente gratificante.



YAYNÉ BELTRÁN GUILARTE¹⁰

1980, SANTIAGO DE CUBA

SERÁS LO QUE QUIERAS SER

Con esta necesidad imperiosa de que se reconozca la presencia de la mujer en todos los ámbitos de la vida, me he visto envuelta en la obligación de hacer un stop y cuestionar todo lo que ha sido por mucho tiempo lo normal, lo tradicional, y revisar lo que yo misma he realizado durante mi vida. Indiscutiblemente surgen interrogantes e inquietudes.

En mi familia no hay mujeres que se hayan inclinado a investigar. Todas son amas de casa, costureras, enfermeras... las generaciones

10. Ingeniera Química (Universidad de Oriente, Santiago de Cuba). Doctora en Ciencias con Mención en Química (Universidad de Concepción). Investigadora cubana especializada en el reciclaje de residuos con el objetivo de contribuir a soluciones medioambientales y darle una segunda oportunidad a lo que es visto como descartable.

más nuevas: licenciadas en deporte, en economía, trabajadoras en investigaciones policiales, y yo ingeniera e investigadora en la línea de medioambiente.

¿Cómo decidí y llegué a ser ingeniera y a investigar? En la decisión de qué camino escoger, de ser quien soy el día de hoy, aparte de la influencia innegable que tiene la sociedad, ha sido muy determinante mi madre, María del Carmen Guilarte Moya, quien nunca me puso límites en mis sueños y propósitos. Desde muy pequeña, mis materias preferidas fueron todas las que tenían que ver con los números y, paradójicamente, español o lenguaje. Me entretiene, me gusta, todo lo que sea un desafío. Siempre he sido muy competitiva o más bien comprometida con lo que me propongo. No acepto un “no puedo”.

Por el medio en que me desarrollé y por mi madre que es enfermera, todo el mundo a mi alrededor asumió que estudiaría algo que tuviera que ver con el área de la salud. En cambio, mi madre se imaginaba algo así como Derecho, y en ningún momento que fuera enfermera como ella, pero jamás me lo dijo, ni tan siquiera me lo mencionó, hasta mucho tiempo después de que logré graduarme de ingeniera. Todo lo contrario, siempre me dijo: “Serás lo que quieras ser”.

Mi infancia fue hermosa y muy feliz. En mi casa se hacían los grupos de estudios. Yo era la que organizaba, pasaba la lista, tipo profesora desde chiquitita. Aparte de hacer lo que yo quería, tenía que estudiar y sacar buenas notas. Mi mamá siempre me decía: “Eres lo que estudias”. Los juegos con mis amigos eran muchos: nos subíamos a un árbol, jugábamos a la pelota, andábamos en bicicleta, corríamos en el patio... Aprendí a coser y a bordar muy temprano para hacerle ropa a mis muñecas. En el barrio donde vivíamos, todos los vecinos se conocían, sabía que podía ir a sus casas, que no había ningún problema; ellos te brindaban un dulce, un caramelo

o un chocolate. Y en el colegio que estaba frente a mi casa no había ninguna distinción entre niños y niñas. Pero por los temas propios de mi país, Cuba, en la educación primaria no nos instaban mucho a la investigación. Sin embargo, siempre me destacué participando en concursos de matemáticas, ocupando cargos de presidente de grupo y siendo alumna ayudante.

Soy de El Socorro, un pueblo de campo al Oriente de Santiago de Cuba. De allí, en mi tiempo, eran muy pocos los profesionales. Estoy segura de que la infancia es una oportunidad de desarrollar en cada ser humano la imaginación y el deseo de descubrir cosas. A través de demostraciones y experimentos sencillos y entretenidos, se puede incentivar a los pequeños a echar a volar su imaginación. Recuerdo que en la primaria, me imaginaba el mundo, dibujaba y armaba en mi cabeza todo lo que el maestro me enseñaba y, con el apoyo de mi madre, hacía cosas maravillosas. En los horarios de estudio, mi casa se convertía en una zona de inventos y, a pesar de las dificultades propias del sistema, armábamos cosas que al día siguiente le mostraba entusiasmada a mi maestro. Eso siempre pasaba en las clases de ciencias, porque todo lo tratábamos de armar en maquetas. Aquí en Chile uno va a la librería y consigue el sistema solar en plumavit. Allá era más complicado. Mi mamá siempre me tenía muchas cosas como libretas, lápices, cartón y, como teníamos el colegio en frente, siempre podíamos conseguir un poquito más: lápices de colores, algunas hojas. Algo tan simple como armar el sol y que nos quedara en tres dimensiones para nosotros era un logro máximo.

LUCHADORA INCANSABLE

En la enseñanza media tuve un profesor de matemáticas que me propuso entrenarme en la materia para participar en los concursos, pues según él había más en mí, y así empecé a reafirmar que no me

quedaría quieta en una vida normal. Y hasta el día de hoy, cada vez que nos encontramos, siempre me recuerda que él tenía razón y que aún me quedan cosas por hacer.

Cuando decidí que iba a estudiar ingeniería unos de los primeros comentarios fueron: “¿Cómo ingeniera, si la mayoría son hombres?”. Mi respuesta era: “Seré ingeniera, la primera en mi familia, no importa lo que digan”. Recibí el apoyo de mi madre y de ese profesor que siempre me dijo “por supuesto que serás ingeniera”. Tuve la suerte de que en mi país natal no se pagan los estudios, por lo que mi dedicación fue por completo a la carrera de Ingeniería Química. En segundo año, comenzó mi acercamiento real a la investigación, en el área industrial, donde hacíamos consultorías, incentivada por una académica investigadora excepcional: Margarita Penedo, quien ahora es profesora retirada. Con ella empezó a concretarse mi incursión al mundo de las investigaciones, apoyada por mi amiga y compañera de curso, Giselle Girart, otra mujer luchadora e incansable, con quien estudié, trabajé y a quien tuve como compañera de tesis de grado. En tercer año, Margarita Penedo nos invitó a Giselle y a mí a trabajar con ella en sus proyectos de investigación. Es muy difícil trabajar en investigación, sobre todo en la parte oriental de Cuba, porque depende del dinero que tengan las universidades, y es aún menos común que un profesor pueda tener a alumnos trabajando en sus proyectos. Gracias a ella, viajamos a los primeros congresos y seminarios en la capital. Ahora tenemos una relación más estrecha. Mi mamá ha ido a su casa; cada vez que vuelvo a Cuba, voy a su casa a visitarla, a ver cómo está, además de ir a la universidad. Estoy aquí en Chile gracias a ella, porque ella me enseñó todos los pasos a seguir para postular a la beca de doctorado cuando trabajábamos en la recuperación de desechos de metales pesados en la industria del níquel. Ella me dio el primer contacto del académico que trabajaba en la misma línea que nosotros. A él le escribí y le

dije que quería hacer un doctorado. Y siempre he permanecido en el mundo de la docencia, primero como alumna ayudante hasta lo que soy hoy día: académica-investigadora.

También comenzaron los tropiezos propios del país donde nació y la zona donde vivía, que no es la capital, pero puedo decir que soy bien persistente. No me pongo límites y voy en busca de lo que me propongo siempre.

CUBA EN LA MEMORIA

La ciencia es una forma de superarse, de aportar al país que uno habita y al mundo; una forma de aprender, de descubrir cosas nuevas, de reinventarse, de intercambiar con personas de diferentes disciplinas, países, culturas, que en muchas ocasiones se unen por un bien común, y también es una forma de mejorar económicamente.

Lamentablemente no puedo olvidar lo económico, ya que la diferencia es clara: por un tema de género, una mujer siempre ha ganado menos. Además, en ninguna universidad vas a poder entrar si no tienes un posgrado.

En el transcurso de mi vida en la investigación, he recibido mucho apoyo, los primeros impulsos en la carrera con mi querida Margarita, y durante el doctorado, etapa dura, en la que tuve que hacer muchos, pero muchos, sacrificios: salir de mi país en el año 2011, cuando tenía 31 años, enfrentarme sola a todo un mundo desconocido, dejar a mi familia y mi bebé pequeño.

Fue difícil salir de Cuba a causa de mi trabajo. En aquel entonces, yo estaba de reserva de vicedecanato docente de mi profesora Margarita. Cuando ella se ausentaba yo tenía que reemplazarla. En una reunión, yo conté que estaba postulando a una beca para un doctorado. No me pusieron ningún problema, me dieron permiso para postular. Yo creo que pensaron que me iban a decir que no.

Pero cuando obtuve la beca para salir a hacer el doctorado y la presenté en la universidad me dijeron que tenía que entrar cada seis meses. “¿Y quién paga eso?”, pregunté. “Tendría que pagarlo la universidad donde tú vas”, me respondieron. “Pero a la universidad donde yo voy qué le importa si yo tengo que entrar cada seis meses o no, eso es imposible, porque el doctorado dura cinco años”. Primero el PPC (Partido Comunista de Cuba, organización política a la cual pertenecen casi todos los trabajadores cubanos que un día fueron militantes de la UJC, Unión de Jóvenes Comunistas y que querían lograr algo más sin mayores impedimentos) te decía sí podías o no. Después la UJC te decía sí podías o no, y después la universidad te decía sí podías o no. Todo ese trámite pasó. En teoría si uno fue de la UJC, se espera que después tú seas del PCC, y si no eres de la UJC ni del PCC, en algún momento, cuando tú quieras hacer y obtener algo, lo primero que te van a decir es: “Pero tú eres joven y no eres de la UJC”, o: “Tú estás en edad de estar en el PCC y no eres del Partido, o no perteneces al CDR, Comité de Defensa Revolucionario”. Entonces si uno quiere lograr algunas cosas, se mete en todo eso y se deja rodar nomás.

Me fui a La Habana, legalicé mis papeles, todo me salió gratis por medio de la universidad, los guardé, y seguí haciendo los trámites. Cuando lo tuve todo seguro, senté a mi profesora y a Giselle, y les dije: “Miren, para que nadie les vaya a contar, ni les vaya a decir nada: me aceptaron en el doctorado. Estoy viendo que me van a dar una beca, estoy esperando que me den la respuesta de la visa, y si me dicen que sí, me voy”. Y mi tutora me dijo: “Bien, eso es lo que hay que hacer, porque si tú quieres seguir adelante, ni modo”. Entonces, para que me dejaran salir, tuve que pedir la baja en mi trabajo. Mi argumento fue que el transporte estaba malo, que yo vivía en la carretera, que tenía que viajar muchas horas para llegar, y que quería trabajar en mi monte. Un colega, Joselito, me dijo: “Oye,

guajira, ¿tú estás segura que te vas a trabajar para el monte ese?”. Le mentí y le dije que sí, aunque él nunca me creyó.

Cuando me llegó la respuesta de la visa, cuando me dijeron que sí, yo dije en mi casa: “Que me voy”. También tuve que pedir la baja del Partido. Y luego necesitaba una carta blanca que dijera que yo no me llevaba ninguna información. Un colega de la universidad me dijo: “Tranquila, busca a fulano y regálale dos botellas de ron, pero buenas”. Hice todo lo que me dijo, y cuando llegué a la universidad con ese papel, me dijeron: “¿Y cómo lo conseguiste tan rápido?”. Y así fue como salí. Fue más difícil el trámite en mi trabajo, que salir del país.

SÍ SE PUEDE

Durante el doctorado, hubo muchos investigadores que creyeron en mí y los tengo como referencia. Romel Jiménez, tutor de la investigación de doctorado, siempre recuerdo sus palabras: “Tú puedes, somos cubanos, así que sí puedes”. Cuando se me echaba a perder un equipo en el laboratorio me decía: “Primero revisa el equipo, identifica el problema y plantea y prueba las soluciones que buscaste, si no se resuelve, me cuentas todo lo que hiciste y buscaremos otras posibles soluciones”. Así era con los equipos del laboratorio y con todos los ensayos o experimentos que realicé, nunca permitió que llegara a decir no puedo, tenía que llegar con el problema y las soluciones que probé. Gina Pecchi Sánchez, tutora del trabajo de investigación, excelente investigadora, muy rigurosa en análisis de los resultados, los informes y el cumplimiento del cronograma de trabajo, pero sobre todas las cosas una excelente persona; y Serguei Alejandro Marín, desesperado por que investigara y cumpliera con todo.

Pero como en toda historia feliz también hay personas negativas. Acá me encontré a una persona -menos mal fue solo una- que

me dijo: “No estás hecha para esto, si hubiera sabido no te habría aprobado”. ¿Y qué pensarán ahora? Seguro que me sentí mal, decepcionada y con deseos de dejar todo, pues no les miento, lloré mucho, nunca me sentí peor de ánimo, sola, dejando toda mi vida atrás. Pero con el apoyo de estas personas y muchas más, me dije con la sonrisa que me caracteriza, yo sí puedo, yo voy a investigar, yo voy a sacar el doctorado y demostraré que el que quiere puede, y a mi hijo que no lo dejé en vano. Fin del cuento: Doctora en Ciencias con mención en Química y con honores.

Durante todo este largo camino, las mujeres han sido mis mayores influencias. Solo me queda citar una bien reconocida en mi país de origen, Cuba, Mariana Grajales Coello. Ella no fue investigadora, pero si una gran mujer que para sus tiempos se impuso y luchó por lo que creía justo.

Una de las ventajas de realizar mi trabajo de investigación doctoral es que pude comprobar la conveniencia de mezclar disciplinas en la investigación, de lo cual salen excelentes beneficios que hay que provechar. La ciencia se puede hacer sola, esta vía es larga y muy trabajosa, pero sale mucho mejor y mucho más rápido si se hace en equipo, de esta forma se mejora todo, la investigación, la interrelación entre disciplinas, la colaboración, el trabajo en equipo y sobre todo salen ideas y soluciones geniales que muy difícilmente se podrían obtener trabajando sola.

CURIOSIDAD PURA, JUGUETES NUEVOS

El interés por la ciencia siempre estuvo, solo que le puse nombre cuando tuve la necesidad de formularme preguntas concretas y responderlas en mis trabajos en el colegio. Recuerdo que tenía compañeritos que me decían: “¿Por qué te complicas tanto? Es muy sencillo, cambia de color y listo”. Pero siempre quería más, para mí era curiosidad pura.

Hasta que me enfrenté a mi tesis de grado todo había sido superficial, claro que este proceso comenzó mucho antes de darle forma a este trabajo: en el tercer año de universidad formé parte de un grupo de investigación y desde entonces definí la línea que me gusta en la investigación, y se hizo más evidente la necesidad que tenía de verificar y comprobar todo detalle, de cuestionar todo, de pensar que se puede dar más, y que todo resultado siempre nos da alguna información. Mi tesis de grado fue sobre la pirolisis. La pirolisis es el proceso de quemar algún residuo. En este caso, era el bagazo de caña, que es lo que queda luego de procesar la caña de azúcar para obtener el guarapo, que luego se procesa y se convierte en azúcar. En ese tiempo había mucho bagazo de caña en Cuba y no se sabía qué hacer con eso. Con la pirolisis, lo que nosotros hacíamos era poner a quemar el bagazo de caña en un ambiente controlado, en una especie de horno. Al quemarlo obteníamos gases contaminantes, con un olor terrible. La ropa cómo quedaba, ni les cuento. De este proceso obteníamos un líquido ácido, y la idea era utilizarlo para sustituir el ácido sulfúrico en la industria del níquel. Hacíamos un proceso de destilación para ponerlo más bonito, más clarito. Ese producto final lo ocupábamos en la sustitución del ácido sulfúrico y nos servía para la recuperación de los metales pesados de estos escombros que van quedando y que hay montones y lo que hacen es contaminar donde quiera que estén: el río, el suelo. La idea era recuperar los metales pesados con este ácido y dejar de comprar ácido sulfúrico, porque en eso la industria gasta muchísimo dinero. ¿Cómo es que este líquido sustituye al ácido sulfúrico y recupera los metales pesados? Los escombros, que son los residuales que se obtienen en la industria del níquel, es la tierra residual que queda luego de ser procesada para obtener los metales. Inicialmente, esa tierra puede tener un 90% de níquel, y después del proceso le puede quedar entre un 10% y un 20%. A nivel de laboratorio, hacíamos las

pruebas tomando esos escombros y mezclándolos con el líquido que habíamos extraído del bagazo de caña, lo agitábamos, luego lo filtrábamos y analizábamos la concentración de esos metales en el líquido. Eso se llama lixiviación.

Durante mucho tiempo, la tecnología fue algo complicado de conseguir y de utilizar. Hacíamos ciencia reinventando, reutilizando, repensando y solicitando ayuda y colaboración de las personas que tenían acceso a la tecnología. Pero todo cambió cuando llegué a la Universidad de Concepción para hacer mi doctorado: internet todo el tiempo, acceso a los computadores, obtención de un notebook personal, acceso a equipos para realizar disímiles análisis. Lo mejor: los ensayos podía hacerlos yo misma. Lo emocionante: podía seguir todo el proceso y luego el ansiado análisis. Era como cuando se le regala un juguete nuevo o su primer un helado a un niño.

Mi sello en la ciencia es insistencia y ánimo positivo. Aun cuando todo esté saliendo muy mal, siempre encontraré cómo usar lo obtenido o al menos lo voy a intentar. Mi pasión es el área de medioambiente, específicamente el tratamiento de los residuales, lo cual depende mucho de otras muchas personas, sobre todo cuando se habla de información. Mi manía es revisarlo todo personalmente, y no es desconfianza, solo que no lo puedo evitar, mínimo participar en el desarrollo, pero nunca estar ausente, es como si me perdiera parte del proceso, y no es lo mismo verlo a que te lo cuenten.

IR POR MIS SUEÑOS

En mis investigaciones he pasado desde la recuperación de minerales, reutilización, aprovechamiento de residuos como el bagazo de caña, obtención de catalizadores efectivos y eficientes, hasta llegar al tema que es mi mayor preocupación: ¿Qué hacer para dar aunque sea un pequeño aporte en esta gran problemática medioambiental? No puedo negar que en gran medida he estado bien influenciada

por el compromiso con la investigación de una querida amiga que conocí durante el desarrollo del doctorado, Adriana Mera. Ella me enseñó y afianzó en el deseo de investigar, en no rendirme e ir por mis sueños e ilusiones, en buscar cada indicio y oportunidad para investigar. En términos generales, instalarme y llegar al sur de Chile me reafirmó que efectivamente debo seguir en esta línea y que es una oportunidad real para dar mi aporte a la ciencia y sobre todo a la sociedad.

En la actualidad, me encuentro trabajando en un hermoso proyecto para reutilizar y darle valor agregado al plumavit, tan dañino para el medioambiente, sobre todo para los ecosistemas marinos. Estamos tratando de obtener un tipo de plancha de yeso cartón con el aditivo del plumavit para mejorar las características para la resistencia a la humedad, al sonido y al fuego. Con esta investigación, todavía en proceso de desarrollo, podríamos bajar el costo para planchas de buena calidad, utilizadas para la aislación de las casas. Este proyecto, en caso de ser exitoso, sería beneficioso para el medioambiente y contribuiría a mejorar un problema social para que las personas de menos recursos puedan tener sus casas mejor aisladas y con esto mejorarles la calidad de vida.

MIRADA FEMENINA, AMOR POR LA INVESTIGACIÓN

¿Qué aportamos las mujeres a la ciencia? Una mirada diferente, un análisis realista y necesario. Cada día somos muchas más mujeres conscientes de que tenemos las mismas capacidades, que merecemos estar en todo lugar, que podemos y queremos aportar al conocimiento y al desarrollo de la humanidad. Las mujeres le damos un toque más sutil, más delicado a la ciencia, la llenamos de vida, de humor, de deseos, de éxitos, de ánimo. Sí se puede, se puede lograr más. Podemos, queremos y merecemos más.

Lo que me ha hecho más feliz de ser científica es poder plantearme preguntas y responderlas haciendo investigaciones y ensayos, estar en el laboratorio, poder hacer cosas... investigar haciendo es divino, y si más encima puedo dar un pequeño granito a una temática tan complicada como lo es el medioambiente me doy por pagada de cualquier inconveniente, de cualquier mal rato. Amo investigar, amo estar en el laboratorio, amo curiosear. Además de investigar me encanta la siembra, mi sueño es poder tener mi propio invernadero, y la idea se afianza en todo lo que hago en casa para dar mi aporte como persona para proteger el medioambiente y dejarle un mundo mejor a mis seres queridos, además de contarles y mostrarles a mis estudiantes y cercanos que el medioambiente no solo es un tema de investigación, sino que también podemos hacer pequeños aportes como personas, reciclando y haciendo pequeñas cositas en casa, en familia.



NORKA FUENTES GONZÁLEZ¹¹

1970, Santiago de Chile

AÑOS DE FORMACIÓN: EXPLORAR, OBSERVAR, IMAGINAR

Mi abuela conocía de ciencias, uno de sus pasatiempos era leer, había aprendido de historia, arte, ciencias naturales, literatura... Se viene a mi mente el recuerdo de ella leyendo el diario, como cada día, y yo por ahí cerca mirando primero los dibujos de los cómics y luego leyendo cuentos. Se llamaba Julia Baeza y había estudiado en el colegio de monjas Santa Cruz de Victoria, donde luego yo estudié unos años. Mi abuela quería ser profesora de biología y

11. Licenciada en Biología Marina (Universidad Austral de Chile). Doctora en Ecología de sistemas límnicos (Universität Konstanz). Estudia los ecosistemas hídricos y los efectos de las perturbaciones naturales y humanas en ríos y lagos de la macrozona sur.

química, pero sus padres la educaron para ser una esposa culta, se casó muy joven.

De pequeña me apasionaba explorar, observar, imaginar. Recuerdo que perseguía lagartijas y todo lo que se movía, incluso una vez en la línea del tren, lo que hizo enojar a mi padre, ya que era peligroso para una niña de cuatro años andar en esos lugares. Disfrutaba de jugar en el jardín de mi casa en Santiago y en el de mi abuela en los veranos. A mi madre y a mi abuela les gustaban las flores, se pasaban horas y horas en el jardín, mientras mis hermanas menores y yo jugábamos por los alrededores. Nos gustaba armar historias, una de las favoritas era la de los exploradores. Buscábamos insectos, caracoles, pajaritos en el jardín, luego los observábamos y los dibujábamos. A veces nos llevaban de excursión, llevábamos comida, bebida y nos íbamos a caminar por un par de horas. Siempre encontrábamos algo que nos parecía fantástico. Por aquel entonces La Florida estaba escasamente poblada, había campos con casas de adobe abandonadas, pequeños riachuelos que cruzaban los campos llenos de vida.

En la enseñanza básica asistía a talleres de ciencia, donde observábamos animalitos y plantas, pero fue en la enseñanza media cuando los laboratorios me parecieron increíbles. Estudié en el colegio femenino Carmela Carvajal de Prat en Providencia, eran como ocho cursos por nivel, yo elegí el científico biólogo. En estos laboratorios aprendí sobre ecología, microorganismos, fisiología. Al estar ahí me sentía feliz, era lo mío. También salíamos al campo a observar, a aprender sobre ecología. La experiencia práctica es decisiva para la formación de una niña, una forma de motivar es a través de la experimentación. Las actividades prácticas en el campo nos ayudaron a despertar nuestra pasión por la ciencia mediante la observación, el tacto, el oído, el gusto.

FASCINACIÓN E INTRIGA, RETO CONSTANTE

Me gustaba leer, de niña comics y de adolescente novelas. Disfrutaba llegar del colegio, hacer mis tareas, para luego tranquilamente recostarme a leer, sumergirme en un mundo que algún día quería conocer. También me gustaba ir a la playa, al campo, hacer actividades con mi familia y amigos al aire libre.

Más adelante, cuando terminé el liceo, estudié en la universidad con crédito universitario y obtuve beca alimenticia, luego el postgrado también lo realicé gracias a una beca. Obtuve la beca DAAD del gobierno alemán para estudiar en la Universidad de Konstanz durante cuatro años. Trabajé algunos veranos para ir de vacaciones o comprarme cosas sin pedirle dinero a mis padres, y luego en Alemania trabajé dando clases de español, cuidé niños e hice aseo en bancos para poder viajar junto a mi familia de visita a Chile o conocer Europa y Asia.

Para mí la ciencia siempre ha sido diversión, fascinación e intriga, un reto constante, con pequeñas y grandes satisfacciones cuando aciertas o resuelves algo nuevo. Es la herramienta que tenemos para progresar como sociedad, siempre hay incógnitas que surgen de nuestras propias curiosidades y experiencias. Mediante la observación y el razonamiento podemos comprender el mundo y a los seres vivos que lo habitan, y también solucionar cualquier problema que se nos revele.

REFERENTES E INSPIRACIONES

Aprendí mucho de Jacques Cousteau, el gran defensor de los mares y océanos, que con sus documentales me llenó de curiosidad sobre la vida en los ecosistemas acuáticos del mundo. De niña hasta ahora, he sentido una gran admiración por Leonardo da Vinci, un genio multifacético, no había nada que él no supiera: destacó como artista, inventor, arquitecto, ingeniero y muchas otras cosas. Es di-

fácil describir lo que sentí cuando vi la Mona Lisa en el Museo del Louvre o la recreación de sus máquinas en el museo de Florencia. Tampoco podría dejar fuera al gran naturalista Charles Darwin, que con sus viajes a tierras remotas y hallazgos me inspiró a querer comprender el mundo y los seres que lo habitan.

En mi familia, mi gran inspiración es mi abuela, quien sembró en mí la curiosidad por entender lo que me rodeaba; luego mi madre, quien me apoyó en esta búsqueda del conocimiento, con esfuerzo compró mi primer libro de biología de Claude Villee para que no necesitara ir todas las semanas a la biblioteca donde me prestaban el libro solo en sala; fue una gran alegría poder leerlo todo el tiempo que quisiera. Admiro la actitud, el trabajo y la perseverancia de la limnóloga chilena Irma Vila, quien pese a su avanzada edad sigue manteniendo la pasión por la ciencia.

A lo largo de los años, en mi carrera profesional, he descubierto que la ciencia es efectiva y logra un mayor impacto si se realiza en equipo. A partir de mis estudios de doctorado, pude apreciar lo enriquecedor y motivante que es formar parte de grupos interdisciplinarios, y cómo desde diferentes perspectivas se analizan y discuten de manera global los resultados de un estudio. Actualmente formo parte de más de un grupo interdisciplinario, trabajo con sociólogos, antropólogos, ecólogos terrestres e ingenieros forestales, aportando cada uno desde sus saberes en la conservación de la flora y fauna de nuestros territorios. No ha sido siempre fácil; la comunicación y organización del trabajo en equipo exige cambios de actitud, saber escuchar y aceptar sugerencias y recomendaciones.

TERRENOS DE RECONOCIMIENTO

La curiosidad en mí se despertó desde pequeña. Durante la adolescencia me di cuenta de que despertaba feliz los días que tocaban actividades de laboratorio y talleres de ciencia, pero fue a partir del

tercer año de universidad que comprobé que lo que más me motivaba de mi carrera eran los trabajos de campo y los laboratorios.

En limnología trabajamos con el agua y los recursos hídricos, que son relevantes para el desarrollo y el bienestar de la humanidad. Para lograr una mejor comprensión sobre el funcionamiento de los ecosistemas lacustres, fluviales y humedales y los procesos que los afectan, recurro al empleo de diferentes metodologías de campo, de laboratorio y de procesamiento de datos. En el campo, utilizo la observación, mido con equipos los parámetros ambientales y obtengo muestras de agua, de sedimentos y biológicas. En el laboratorio, realizamos análisis físico-químicos y biológicos que nos permiten comprender la dinámica de los ambientes estudiados. Luego en la oficina, analizo los datos, busco relaciones y escribo los hallazgos científicos.

Los avances tecnológicos me han permitido responder empíricamente diferentes hipótesis de investigación. Sin ciertos equipos no habría podido establecer si el origen de los metales presentes en los sedimentos del estuario del río Valdivia era natural o antropogénico, es decir, por acción humana. Era y es complejo hacer ciencia en Chile, por no contar con los equipos necesarios. Sin embargo, en el Laboratorio de Limnología, no falta la imaginación. Con herramientas rudimentarias y de bajo costo y la colaboración con otras universidades, concretamos nuestras investigaciones.

En cambio, quedé sorprendida al ver y ocupar los equipos que estaban en la estación limnológica del lago Constanza, Alemania, donde realicé mi doctorado. Contaban también con un barco que poseía un sistema automatizado para la obtención de las muestras de plancton y sedimentos desde zonas litorales y profundas. Estas tecnologías facilitaron la obtención de muestras e hicieron posible mi investigación.

Como soy bióloga me siento cómoda aplicando índices bióticos basados en microalgas, artrópodos acuáticos, para entender el funcionamiento y las interacciones ecológicas de los ecosistemas hídricos. Me caracterizo por trabajar bastante en terreno, lo cual implica rigor en las planificaciones, visualizar el área de estudio, si es posible hacer terrenos de reconocimiento antes de ir con todos los equipos necesarios. No es posible volver después de horas, a veces días de viaje, al laboratorio por algo olvidado, o volver al lugar por una muestra que pudo ser interesante. Los estudios que realizo aportan nuevos conocimientos para el manejo y la conservación de los ecosistemas hídricos.

Mi pasión es conocer, descubrir y estudiar ríos, lagos y humedales del norte y sur de Chile; levantar estudios que permitan conservar la flora y la fauna de estos ecosistemas únicos y altamente amenazados. Mi manía es la planificación de los terrenos. Me frustra, eso sí cada vez menos, cuando algo no resulta tal como fue planificado. La vida me ha enseñado a considerar que es posible y que no me debo extrañar si justo el día del terreno un investigador o el chofer se enferman, o un auto o un equipo no funcionan: solo significará demorar un poco más.

LA INFLUENCIA DEL MAESTRO

Mi primera publicación fue sobre un estudio que realizamos con el doctor Mario Pino en la Cuenca del río Valdivia, y se relacionaba con mi trabajo de tesis de pregrado: busqué el origen de los metales pesados presentes en los sedimentos de los acuíferos y suelos, y encontré que principalmente era de origen natural y en menor medida antropogénico.

Con Mario Pino trabajamos varios años en el Laboratorio del Instituto de Ciencias de la Tierra. Yo empecé a hacer mi tesis de pregrado con él en este tema porque me encantaba la geología, el

universo de lo inanimado. En los últimos años, he trabajado con organismos bentónicos, pero los sedimentos me atraen porque son los que te cuentan la historia de lo que pasó en el tiempo. Este trabajo fue mi tesis era de paleolimnología, porque a través de los sedimentos podíamos ver cómo los metales pesados fueron cambiando en los últimos cien, ciento cincuenta años, antes y después de la colonización alemana.

En esa oportunidad yo conocí a científicos alemanes que después fueron el nexo para ir a hacer mi doctorado al lago Constanza. Lo que a mí me gustaba de ese Instituto era que interactuaban muy bien el geólogo con el hidrólogo, con el meteorólogo, con el botánico... éramos un equipo y trabajábamos todos juntos, por ende, los tesisistas éramos muy unidos. Era un grupo humano muy diverso, entretenido y aportador de ideas.

A Mario yo lo acompañé a algunas excavaciones que no tenían que ver con mi tesis, pero me interesaba porque estaba buscando en qué me quería especializar. Íbamos a Monte Verde a hacer los perfiles para ver dónde fluía el río a partir de las posiciones de las piedras, o sacábamos puntas de flechas milenarias. Fue una experiencia grata porque aprendí mucho de él, de lo que es el método científico, de cómo realmente es el trabajo. Él fue mi primer profesor y junto a él pude ver cómo es el trabajo en la ciencia; la pasión y el sello que Mario le pone a su trabajo; era motivador y te impulsaba a avanzar en tus proyectos, algo que yo he tratado de hacer con la gente con la que trabajo. Aprendí mucho con él, no solo de ciencia, sino de lo humano. Le tengo mucho respeto y aprecio.

GENERAR CONOCIMIENTOS

Y CONSCIENCIA MEDIOAMBIENTAL

Investigo sobre la ecología de los ambientes acuáticos y los efectos de las perturbaciones naturales y antropogénicas. Me interesa generar conocimientos que nos ayuden a entender el funcionamiento de estos ecosistemas, cómo los elementos en diferentes formas químicas desde el medioambiente son utilizados por los organismos, reciclándose y transfiriéndose en tramas tróficas. Los ecosistemas funcionan gracias al flujo de energía procedente del sol y los ciclos biogeoquímicos, conectando los componentes vivos y no vivos de la Tierra. Mis estudios aportan a la generación de conocimientos necesarios para levantar planes de manejo, de conservación, es decir, todo lo que tiene que ver con una gestión sostenible, con la conservación de los ríos, lagos y humedales. Además, en las asignaturas que dicto, busco generar consciencia sobre lo sabia que es la naturaleza, y el respeto y cuidado que merece.

MUJERES APASIONADAS

Las mujeres aportamos en todos los ámbitos de las ciencias, aunque solo representamos el 30% de los investigadores del mundo. Según mi opinión, estamos igual o mejor preparadas que los hombres para sobrevivir en este mundo, hacemos mil cosas a la vez, pensamos en el siguiente estudio, mientras hacemos la comida, vamos de compras, curamos heridas. No cabe duda de que tenemos más tareas y más carga que los hombres en esta sociedad. Nos distingue la sensibilidad y la entrega, somos apasionadas por lo que nos gusta.

Mi mayor alegría como científica tiene que ver con realizar estudios de campo, materializar las ideas que se me ocurren, aportar a la conservación de los ecosistemas y formar nuevos profesionales e investigadores. Es emocionante ver cuando uno de mis tesisas defiende su trabajo. Estos momentos hacen que me olvide de que

la ciencia es muy competitiva y que la generación de conocimiento demanda mucho trabajo y a su vez mucha pasión. He formado investigadores que seguirán aportando en conocimiento y en conservación de ecosistemas.

ESTUDIOS AVANZADOS Y REDES GLOBALES

Un trabajo determinante en mi carrera fue mi estudio de doctorado, no solo por los resultados pioneros que se obtuvieron, sino también por la experiencia de vivir y aprender a adaptarme a una nueva cultura junto a mi familia. Conté con avanzadas tecnologías que facilitaron la obtención de los resultados necesarios para responder mi hipótesis de investigación, y se generaron redes con gente de todo el mundo que se mantienen hasta hoy. Gracias a esas redes, ahora estoy en un proyecto global que es sobre cambio climático y emisiones de carbono.

Intentaré contar un poco sobre lo que fue mi tesis de posgrado en palabras sencillas. Hasta el momento en que me fui a estudiar a Alemania, cuando se hacían estudios de balance de los lagos, cuando se querían ver las concentraciones de fósforo y de nitrógeno -que son las que regulan la condición ambiental de un lago- solo se utilizaba el carbono que se producía en el ecosistema: se tomaban muestras de este carbono, que era parte de los organismos vegetales del lugar: las microalgas y las plantas. Ese era el carbono que se utilizaba para hacer los modelamientos y determinar la condición del lago y los aportes de carbono a la atmósfera.

No se consideraba el otro carbono, el que es traído por los ríos, el alóctono (a diferencia del autóctono, que es el que se produce en el lugar), que corresponde a la vegetación terrestre, como por el ejemplo las hojitas de los árboles, las ramitas, todo eso... ese carbono tiene compuestos que son muy pesados, muy difíciles de degradar en la columna de agua.

Entonces, insisto, hasta ese momento, los estudios habían demostrado que el 80% del aporte del carbono alóctono, que es una fuente de energía para todo ese ecosistema no era utilizado, por ser muy pesado, no se degradaba y se iba al fondo de las aguas, a diferencia del otro carbono que se producía dentro del ecosistema, que sí se degradaba y se utilizaba. Se pensaba que el carbono alóctono (el que se iba al fondo) formaba focos de metanogénesis, porque el carbono que no se degrada, que no se asimila por los organismos que viven en la columna de agua, se entierra, y eso es lo que nosotros conocemos como petróleo.

Y yo demostré que son fuentes de carbono que igual aportan a los lagos. Hasta ese momento no se había visto la importancia, solo se evaluaba la importancia de un lago según su producción propia, y se pensaba que este carbono alóctono quedaba enterrado y no se utilizaba.

Con mi tesis pude demostrar que este carbono sí se ocupa, aunque sea indirectamente, a través de los ciclos biogeoquímicos. Se ocupa a través de estas bacterias que viven sin oxígeno, que lo transforman, que toman el carbono que se enterró y lo transforman en CO₂ y metano, y luego de eso lo toman otras bacterias que viven en condiciones óxicas, y estas bacterias son consumidas a su vez por larvas de insectos, quironómidos, y ahí están mis famosos macroinvertebrados, que viven en los fondos del lago, los gusanitos, los oligoquetos, que toman estas bacterias, las consumen, y a su vez estos son consumidos por otros organismos, por peces, que luego se los comen los pájaros, y así.

Ese carbono, que se creía que no se degradaba y se hundía en los fondos, pasa al ecosistema a través de la cadena trófica, y las burbujitas de carbono y de metano se van, salen del lago y aportan al efecto invernadero.

Hasta ese momento, eso no se sabía, y en los últimos años es una teoría que está siendo investigada. Lamentablemente estos descubrimientos no los he podido aplicar en Chile porque no cuento con la infraestructura. Me vine al sur a trabajar en una universidad estatal, no me fui ni a la Católica y ni a la Chile, ni a la Santísima Concepción, que ahora es muy buena en tecnología. Entonces acá de a poquito uno hace lo que se puede. Y por eso me he ido a caracterizar lagunas y ríos, porque es un trabajo urgente, necesario, que además se puede hacer con metodologías mucho más sencillas. Pero no me he podido meter mucho con estos ciclos biogeoquímicos, porque no tengo los equipos, no tengo el barco automatizado completo que conocí en el Lago Constanza y que podía tomar muestras de sedimento a 300 metros de profundidad. Acá no tengo eso. No tengo ese barco.

TRANSFERIR CONOCIMIENTOS

Sigo trabajando en el estudio de la ecología de los lagos y ríos, lo que enseño a mis estudiantes de pregrado y postgrado. Me encanta enseñar, transferir los conocimientos adquiridos, entregar herramientas fáciles de utilizar. En los últimos años, me he perfeccionado en taxonomía de artrópodos (estadios larvales acuáticos de insectos), me fascina trabajar bajo la lupa, en mis investigaciones. Los insectos me cuentan de cambios o perturbaciones naturales de los ríos o lagos mediante sus variaciones de diversidad, predominancia, riqueza de especies y también me cuentan sobre calidad ambiental de los ríos y lagos, ya que hay especies sensibles a la contaminación que no están cuando el ambiente está contaminado y otras que prevalecen y dominan los ríos o lagos cuando estos sí están contaminados.

LA CIENCIA AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD

Actualmente trabajo sobre los efectos de las perturbaciones naturales y antrópicas sobre los ríos y lagos, floraciones de cianobacterias en lagos, producto del cambio de uso de suelo y factores climáticos. He vuelto a investigar sobre los ciclos biogeoquímicos del carbono en lagos y sus efectos en el cambio climático. Estoy muy contenta de retomar estas investigaciones vinculadas con mis estudios de doctorado. Gracias a los conocimientos generados durante estos estudios me contactaron para participar en un estudio internacional que involucra ochenta lagos de todo el mundo.

Siempre ha sido importante para mí que el conocimiento no quede solo en los manuscritos científicos, sino que ayuden a la comunidad. Actualmente trabajo apoyando a la Municipalidad de Osorno en la generación de un estudio ambiental de los ríos Damas y Rahue, y a la CONADI y CONAF en el levantamiento de información ambiental y de la flora y fauna de los bosques de pantano de laguna Trinidad, necesarios para conservar estos territorios de invaluable valor ecológico y cultural.

La Municipalidad de Osorno tenía en su plan de ordenamiento municipal una meta interna de convertirse en una ciudad parque. En ese tiempo (2018) estaba Claudio Donoso. Siempre en la política depende de la persona que esté lo que se hace. Claudio estuvo conversando con Bertín (exalcalde de Osorno) sobre la necesidad de cumplir el sueño de los osorninos, porque en muchas consultas de participación ciudadana la gente con añoranza recordaba que sus abuelos ocupaban las riberas de los ríos Damas y Rahue y se preguntaban que por qué ahora no se podía. Entonces la Municipalidad se comunicó conmigo para que le diera luces sobre si era posible realizar este sueño, y me encargaron un estudio diagnóstico para empezar a ver la situación: qué lugares se pueden restaurar, cuáles son las primeras acciones que se deben realizar para poder

eliminar la contaminación. La primera parte era este estudio ambiental que entregué en abril de este año (2021), y que va a servir para establecer un plan de vigilancia de los ríos y ver si la gente puede hacer actividades de contacto directo en los ríos. Luego viene el plan de restauración, pero eso no lo voy a hacer yo, apoyaré las actividades que realizará una reconocida investigadora de nuestra universidad.

UNA VERDAD INCÓMODA

La situación del río Damas es preocupante. El estudio que hice va a poder dar argumentos a la Municipalidad, al Ministerio de Medioambiente, al Ministerio de Salud, a las organizaciones ciudadanas y a la gente que hoy en día está pidiendo con urgencia recuperar sus ríos. La información que las organizaciones ambientales han recopilado a lo largo de treinta años, las denuncias, son verdad, los datos lo demuestran. Es que sin datos se tiraban la pelota unos para otros. Sin datos decían: “Bueno, pero qué rigor hay en todo esto; el río está contaminado, pero ¿por quién?, ¿y cuál es la concentración?, ¿y cuáles son los contaminantes?, ¿y dónde está más contaminado?”. Como no se había hecho un estudio serio, no se había podido implementar este plan de vigilancia.

Actualmente las empresas están tratando de aumentar sus rieles de descarga. Tiene que haber una voluntad política para tomar decisiones importantes, las empresas no pueden seguir haciendo esto. Pero la normativa en Chile es tan compleja que en el fondo este estudio ayuda para establecer el plan de vigilancia y aporta antecedentes para tener la norma secundaria, pero de ahí pueden pasar meses, o incluso mucho más tiempo, para que realmente actúen. Hay que fiscalizar y actuar en forma oportuna. No tiene ningún sentido trabajar en un plan de restauración de ribera a largo plazo y dejar que sigan y sigan contaminando, porque no va a servir de

nada. Mientras sigan descargando riles sin el tratamiento adecuado al río Damas, nada de lo que hagamos tiene sentido.

CAMBIO CLIMÁTICO

En cuanto a la gravedad del cambio climático, depende de la mirada, porque si vemos algunos ejemplos cercanos, en nuestra misma ciudad, en nuestra misma región, las precipitaciones han disminuido en un 12% en los últimos diez años. Entonces ya vemos que hay un efecto. Y también a nivel país lo podemos ver con los aluviones y los derrumbes.

En las altas cumbres de montaña, cuando normalmente caía nieve, en los últimos meses la lluvia arrastró sedimentos y produjo aluviones. Estamos viendo en Chile y en diferentes países de América Latina lluvias torrenciales, donde llueve mucho en muy poco tiempo, y esas son anomalías que tienen que ver directamente con el cambio climático.

Desde el punto de vista del agua, su ciclo no es estacionario, sino que está en continuo movimiento. Por lo tanto, si aumenta la evaporación va a aumentar también la pluviosidad, y si aumenta la evaporación es porque hay mayor radiación solar. Hay un filtro de gases de efecto invernadero que está dejando que estos rayos reboten y recalienten el ecosistema, lo cual hace que aumente la lluvia, la humedad y los vientos se desplazan a diferentes lugares, o sea es una anomalía, no es lo frecuente que pasaba antes. Entonces es una adaptación de nuestro mundo a esta nueva condición.

Es realmente evidente, no es una mentira que se están fragmentando los hielos polares, y si a eso le sumamos la actividad antropogénica: estamos explotando glaciares para recurso minero o estamos desforestando el bosque nativo. Todo esto suma, suma y suma al efecto invernadero.

O sea, sí, estamos en un momento grave. Ya no es solo una advertencia. 25-50 años esperemos que podamos mantener las condiciones que aún tenemos, pero va a haber grandes cambios, si realmente no le ponemos ahora un atajo. Si no hacemos algo ahora, antes de 50 años va a ser catastrófico y va a cambiar el paisaje de nuestros lugares. Si no hubiera ninguna conversación de por medio y estuviéramos frente a una catástrofe natural y no hiciéramos nada, yo creo que antes de 25 años podríamos tener un gran desastre, pero como soy optimista y veo que es un tema que se está conversando pienso que podemos tener algo más de tiempo.

Por último, aunque la ciencia sea una de mis pasiones, también disfruto y me doy el tiempo para practicar yoga, leer, escuchar música, trabajar en el jardín, regalar a mi gata, viajar y descubrir otras culturas.



MARGARITA PÉREZ VALDÉS¹²

1959, SANTIAGO DE CHILE

AMOR A LA NATURALEZA

De toda mi familia soy la primera en entrar de manera formal al terreno de la investigación, aunque creo que mi padre de alguna forma tenía espíritu de investigador y creador. Si bien era un empleado público, en sus ratos libres se dedicaba a hacer la huerta en nuestra casa de infancia, que tenía un enorme patio. Hacer una huerta para él era todo un proceso: desde despistar, aporcar la tierra, lograr que la semilla germinara, que lo que sembraba creciera, ver crecer lo sembrado, regar, recolectar el producto de la siembra y luego

12. Bióloga Marina (Universidad de Concepción). Magíster en Ciencias, Mención: Producción, Manejo y Conservación de Recursos Naturales (Universidad de Los Lagos). Estudia los procesos reproductivos de los invertebrados marinos endémicos. Su principal preocupación es que los resultados de sus investigaciones sean utilizados para resolver problemas concretos de las comunidades.

cosechar las semillas para guardar. Nos incentivaba a mis hermanos y a mí a hacer nuestra propia huerta. Creo que esa enseñanza de amor a la naturaleza, de enfrentar con pasión el desafío de hacer una huerta, fue lo que despertó en mí el interés por la biología.

Mi madre también es una creadora. Ella es modista de profesión y en esa actividad también hay un proceso de creación. Ella nos hacía toda la ropa en nuestra niñez, solo nos compraban los zapatos y los calcetines. Es la mayor de nueve hermanos, y la única que tiene una profesión. También tiene mucha facilidad para el cultivo de las plantas, tiene dedos verdes. Otra cosa que le gusta mucho es cocinar. Me enseñaba en serio, aunque para mí era un juego. Estos dos seres humanos desde sus diferentes quehaceres fueron despertando mi interés por la ciencia. Además, con mis hermanos yo jugaba a ser profesora, era un juego entretenido para mí.

Recuerdo una infancia de mucho juego, de veranos muy largos, aunque duraban lo mismo que ahora, porque también vivía en Osorno. Creo que la curiosidad es innata en niñas y niños, solo hay que despertarla. Cuando era la época de cosecha y la tierra quedaba blanda, con mis dos hermanos gemelos y mi hermana jugábamos con tierra haciendo panes de barro, construyendo plazas en miniatura. Un día mi padre llegó con un regalo fantástico: era un microscopio: podíamos ver la pata de una mosca, las hojas de un árbol, una pulga, un cabello y muchas cosas más que cabían bajo ese lente; fue fantástico poder aumentar el tamaño de un mundo en miniatura. Recuerdo una pregunta recurrente que no tiene que ver con el microscopio y era: ¿Quién creo todas las cosas? Si fue Dios, ¿quién creo a Dios? y ese era un círculo interminable.

HERRAMIENTA PARA LA VIDA

Yo estudié en la Escuela España, pero no tengo muchos recuerdos de las clases de ciencias. No había laboratorios, pero sí me llamó

mucho la atención cuando estudiamos las flores y sus partes. Cómo se formaba la semilla fue algo que nunca se me olvidó, debe haber sido porque era más práctico. Yo podía sacar una flor, abrirla y ver sus partes. Eso era espectacular. Además, lo asociaba con lo que ocurría con la siembra de porotos o arvejas.

Creo que se puede enseñar ciencia de esa manera, con cosas tangibles y en casi todas las asignaturas, pero con experiencias cotidianas. Como dice una colega, la cocina es un gran laboratorio, los alimentos se transforman si les aplicas calor, ¿qué ocurre cuando pones a cocer un huevo? ¿Por qué se endurece? ¿Por qué sube la masa del pan?

En lenguaje se pueden leer textos de ciencias y usarlos para hacer comprensión lectora, en matemáticas puedes hacer problemas con mezclas de reactivos y sin darse cuenta ya se están adentrando en la química. La ciencia es como jugar: debe enseñarse como un juego.

La ciencia es una herramienta para la vida, está en todo lo que hacemos. Nuestro funcionamiento, nuestra conducta, la relación de los animales, los avances tecnológicos y la vida en nuestro planeta, se explican a través de la ciencia. No hay nada que quede ajeno a la ciencia, ni siquiera los misterios del universo. Durante siglos fue condenada al oscurantismo, porque quienes poseían el conocimiento científico tenían el poder, y hoy día también quienes están más avanzados en investigación y conocimiento científico tienen el poder. Hoy (2020) se ve en la lucha que se da por el desarrollo de la vacuna contra el Covid-19. Y podemos darnos cuenta de cómo la ciencia en sus diferentes ámbitos, ya sea de las ciencias biológicas, naturales, sociales o matemáticas, deben aportar para controlar la pandemia. La ciencia nos permite planificar, resolver problemas e incluso cocinar.

Durante la enseñanza media, me gustaba mucho la biología y la química. En esa época había unos pocos canales de televisión, pero

había programas educativos y a mí me gustaba mucho uno que era sobre las expediciones submarinas de Jacques Cousteau, un científico francés que recorría los mares y exploraba el fondo del océano en un submarino. Siempre me gustó leer novelas históricas. En la época del liceo, mi padre compraba una enciclopedia que salía en fascículos semanales, la enciclopedia Salvat de las ciencias, donde relataban la vida de los animales en la sabana africana. Luego tuve que decidir qué carrera estudiar, sabía que tenía que ser algo con biología y con el mar. Mi padre me dijo: “Biología Marina”. Le respondí: “Si existe esa carrera, es lo que quiero”. Y me fui a estudiar Biología Marina a la Universidad de Concepción.

Afortunadamente no tuve que trabajar para pagarme los estudios. Sin embargo, hice ayudantía cuando estaba en tercer año, porque quería hacer algo más que estudiar. Cuando ingresé a la Universidad de Concepción existía el arancel diferenciado, cada estudiante pagaba de acuerdo con los ingresos familiares y, como mi padre en esa época estaba cesante, tuve gratuidad y luego me gané la beca Enrique Molina que me daba hogar universitario, alimentación, un estipendio mensual para gasto de fotocopias y dos pasajes al año para viajar a mi casa. El único requisito era que no podía atrasarme en la carrera, ni reprobar asignaturas.

MUCHAS MUJERES, MUCHAS MAESTRAS

Haciendo memoria, creo que he tenido casi puras maestras. Marta Amin y Maya del Pin -ambas trabajaban en histología en el Instituto de Biología de la Universidad de Concepción- fueron mis primeras guías en el desarrollo de mi tesis de pregrado y me enseñaron a organizar un trabajo de investigación. Tengo un muy lindo recuerdo de ellas, fueron mujeres muy amorosas, me llevaron a mi primer Congreso de Ciencias del Mar a presentar mi trabajo de tesis y ahí conocí a otro maestro, un hombre sencillo, un chilote muy desta-

cado en el ámbito de las ciencias biológicas, Nibaldo Bahamondes. También en esa época tuve la compañía de otra mujer a la que he admirado y sigo admirando por su forma de ver la vida y de amar lo que hace. Se trata de una compañera de carrera y una amiga, Mitzi Acevedo Ejzman, una mujer extraordinaria que derivó de la biología marina al ecoturismo, donde aplica sus conocimientos científicos con mucha pasión y entrega. Ella trabaja en áreas marinas y terrestres aplicando los conocimientos y la formación que le dio la biología marina y un magister en ecoturismo, para construir rutas turísticas ecológicas.

Durante mi formación universitaria también marcó un hito importante la profesora María Teresa López. Ella me enseñó a aterrizar el conocimiento científico y darle sentido a la investigación. Era una mujer que trabajaba en el ámbito de la biología pesquera y la ecología con comunidades de mujeres pescadoras artesanales. Ella fue avanzada para la época (años 80) en la promoción de las mujeres: le daba aplicación a las ciencias en la resolución de problemas locales, viajaba en su pequeño auto entre Concepción y Dichato para hacernos clases, y siempre llevaba a más de algún estudiante. También están mis profesoras Irene López y Olga Aracena, ambas del ámbito de la biología pesquera: todas mujeres de una gran calidez y sencillez. Podría decir que fueron como profesoras madres.

Fuera de las ciencias, mis referentes son mi madre Javiera Valdés Salinas: una mujer muy trabajadora que siempre me ha apoyado. Yo creo que nunca se ha tomado un descanso, ella piensa que si se sienta a descansar está flojeando, así que anda todo el día haciendo algo. Ahora, a sus casi 85 años, la escoliosis, la osteoporosis y la polimialgia le han pasado la cuenta. Admiro su dedicación en todo lo que hace, su compromiso casi enfermizo en el cuidado del agua y la austeridad para vivir en este mundo consumista. También tengo como referentes a mis hijas. La menor Adriana Rojas Pérez, abogada

de derechos humanos y ambientalista, ha dedicado su corta vida a la defensa de los derechos humanos, a investigar las violaciones en dictadura y actuales, a defender a las víctimas; también se ha acercado a las ciencias a través de un diplomado en medioambiente que le ha servido para llevar causas en la defensa del agua para las comunidades indígenas en la Región de Coquimbo. Por otro lado, mi hija mayor, Claudia Rojas Pérez, Bióloga Marina, es una estudiosa innata, permanente crítica y apasionada de las ciencias. Sigue estudiando para contribuir con sus investigaciones a resolver problemas de impacto ambiental por acción del ser humano sobre especies no objetivo (es decir, que no son objeto de cultivo, como las larvas de erizos o crustáceos no comestibles ni extraíbles).

UNA MIRADA HOLÍSTICA

Creo que la ciencia no se hace sola: la ciencia es para compartirla, para conversarla, para intercambiar opiniones, para construir en conjunto con otras ciencias y con otras disciplinas. Para avanzar en ciencias es imprescindible el trabajo en equipo, la colaboración. Cuando se quieren abordar problemas de alguna comunidad, si bien puede haber una base biológica en los recursos marinos, generalmente hay efectos sociales y económicos, por lo que resulta imprescindible que la resolución de los problemas sea abordada multidisciplinariamente con profesionales de las ciencias sociales, como la sociología, la antropología y la economía.

Además de la curiosidad propia de la infancia, de mirar cosas en el primer microscopio que tuvimos con mis hermanos, creo que me interesé por la ciencia verdaderamente en la universidad, con el acceso a los laboratorios, con el acceso al aprendizaje de una metodología de observación y sistematización, con el desarrollo de actividades prácticas que me posibilitaron el acceso a observar directamente organismos y preparaciones bajo la lupa o el micros-

copio de verdad. Hacer actividades prácticas en química, física y fisicoquímica. Las salidas a terreno en asignaturas de ecología, geología, botánica y luego comenzar a realizar pequeños seminarios de investigación en asignaturas como desarrollo larval, ¡fue fantástico! Mantener larvas en cultivo implicaba alimentarlas y cambiarles el agua y luego seguir su desarrollo, describirlas, dibujarlas, todo eso fue un aprendizaje importante.

PROCEDIMIENTOS Y ENFOQUE DE GÉNERO

En cuanto a los procedimientos propios de mi trabajo creo que todo comienza con una pregunta que puede surgir de la observación de algún fenómeno o de algún problema a resolver. Luego viene la planificación, que consiste en plantear objetivos y las actividades para dar respuesta a dichos objetivo. Generalmente mi preocupación ha sido que los resultados de la investigación puedan ser traspasados y de utilidad, por ejemplo, para la pesca artesanal. Hasta el momento, la forma de enfrentar la investigación ha sido utilizando el método científico, no conocía otra, pero recientemente estoy descubriendo la investigación con enfoque de género y estoy en proceso de aprender al respecto, para cambiar la forma de enfrentar la investigación científica.

Además, con la tecnología se facilitan muchas cosas, por ejemplo, el procesamiento de datos: tengo planillas que parecen sábanas. Hoy todos los datos se guardan en planillas Excel, donde puedes hacer distintos cálculos y trabajar con los datos de diferentes formas ingresándolos solo una vez. Antes los cálculos se hacían usando la calculadora y si te equivocabas en ingresar un dato tenías que volver a empezar... imagínate cien datos. Antes para poder publicar un trabajo debías hacer los gráficos en papel milimetrado y luego dibujarlos en papel diamante con un rapidográf, un lápiz especial de tinta, para dibujar en papel diamante, y había que hacer las

letras y números con un normógrafo, que es una especie de regla que tiene todas las letras, números y símbolos. El problema es que si te equivocabas al escribir o se corría la tinta por sacar la regla antes de que se secase, había que hacer todo de nuevo. Si bien era tedioso y requería mucha concentración, me gustaba. Algo similar pasa con las fotografías: en aquella época las fotos se tomaban con rollo, tenían un número limitado de exposiciones y había que mandarlas revelar y recién allí podías darte cuenta si eran buenas o malas. Además, había que tener mucho cuidado al sacar el rollo, porque si se te olvidaba enrollarlo antes de abrir la cámara se velaba, se borraba todo y ya no servía, y todo el trabajo se perdía. Esto era dramático cuando se trataba del seguimiento del desarrollo larval, que demoraba un mes o más y ya no podías volver el tiempo atrás. Hoy en día están las máquinas digitales o los mismos celulares, que te permiten hacer registros instantáneos de las observaciones, y puedes tomar muchas fotografías y luego elegir la mejor, incluso puedes hacer videos, que también son muy útiles para las clases.

TRABAJAR EN EQUIPO

Creo que el sello a mi trabajo se lo he dado en los últimos diez años con el desarrollo de proyectos en equipos interdisciplinarios y que van a resolver problemas concretos de una comunidad: trabajar en proyectos que tienen un componente social además de científico. Por ejemplo, en Valdivia, el Gobierno Regional nos pidió darle valor agregado a los recursos. Allí trabajamos con un grupo de mujeres de un sindicato de algueras de Los Molinos. A ellas les hicimos transferencia de la tecnología para la fabricación de pasta a base de chorito y caracol, o a base de otros moluscos como la navajuela, también para hacer conservas de pejerrey, que fue un producto que resultó súper rico, o la preparación de una barra de cereal a base de cochayuyo, que es espectacular. Las señoras quedaron

muy entusiasmadas y presentaron un proyecto para comprarse un equipo para esterilizar y hacer sus propias conservas, y se lo ganaron. Entonces la idea es que después de hacer la transferencia, ellas puedan seguir solas con sus propios proyectos. Las señoras de Los Molinos trabajaban en el restorán de una de ellas, que tenía resolución sanitaria. Esto es todo un tema: no es tan fácil iniciar un emprendimiento de confección de alimento, porque necesitas resolución sanitaria, análisis microbiológico, muestreo periódico y cuidados en la manipulación de los alimentos: cosas que yo he ido aprendiendo con este trabajo interdisciplinario, y todo eso es lo que se les transfiere como conocimiento a estas organizaciones.

Siempre me ha gustado el estudio de los procesos reproductivos en invertebrados marinos, conocer sus larvas y su desarrollo. Encuentro fascinante y me maravilla cuando hago actividades prácticas con estudiantes sobre la fecundación artificial en erizos, y luego hacer el seguimiento de los estados embrionarios es una maravilla de la naturaleza. También me gusta mucho explicarles a los estudiantes cómo se transmite el impulso nervioso, qué funciones fisiológicas les permiten escuchar o ver, cómo todo nuestro funcionamiento es en base a reacciones químicas, pero la sincronía de ellas, la especificidad de las moléculas es lo fascinante y maravilloso.

PUBLICACIONES E INVESTIGACIONES

En 1990 escribí sobre el crecimiento del erizo comestible *Loxechinus albus* en condiciones artificiales, en un sistema colgante en el mar, una especie de linterna de red de varios pisos. Esta publicación se hizo en la revista BIOTA, que era una revista del departamento de Acuicultura y Alimentos de la época. Ese mismo año sacamos otra publicación, que se trató sobre la fisiología del molusco conocido como loco, *Concholepas concholepas*, y digo sacamos otra publicación porque yo no trabajaba sola en el laboratorio, trabajaba con otra

colega, María Luisa González, quien me recibió cuando llegué a trabajar a la universidad y me dio un espacio en el laboratorio, donde también había ayudantes técnicos, con quienes formábamos un equipo. Ambos trabajos publicados fueron el resultado de estudios en fisiología de invertebrados marinos, que junto con los estudios de reproducción han sido los temas que siempre me han atraído.

Mis temas recurrentes han sido todo lo relacionado a la fisiología y reproducción de invertebrados marinos endémicos de importancia económica o ecológica. En el ámbito de la fisiología, las investigaciones han estado orientadas a conocer el efecto del alimento sobre la energía que utilizan los animales y cómo esta se distribuye en el funcionamiento de los organismos en aspectos como respiración, excreción y crecimiento, principalmente. Y en el ámbito de la reproducción, las investigaciones han estado orientadas a conocer el desarrollo larval y los ciclos reproductivos para determinar en qué épocas se producen el desove y la reproducción.

La principal preocupación en mi trabajo de investigación es que los resultados obtenidos tengan una aplicación práctica, que puedan ser transferidos y utilizados para mejorar procesos o tomar medidas administrativas, por ejemplo, que puedan ser utilizados para la diversificación de la acuicultura, para avanzar en el cultivo de especies endémicas, como las lapas, que pueden ser alternativas al molusco loco, y así disminuir la presión de extracción sobre este último; o el conocimiento de los ciclos reproductivos, para poder fijar vedas biológicas locales para la extracción de los recursos.

DESARROLLO PROFESIONAL

Mi trabajo ha ido evolucionando en los últimos diez años desde una componente científica hacia una componente más social, lo que me ha permitido trabajar con comunidades de pescadores artesanales, principalmente con organizaciones de mujeres, lo cual

es muy estimulante, ya que el tiempo entre la obtención del resultado y alguna aplicación práctica es más corto. Además, también ha significado un desafío que me llevó a cursar un diplomado en “Gestión territorial de asentamientos de pescadores artesanales” para tener herramientas teóricas y prácticas, y trabajar de mejor manera con estas organizaciones, generando en primer lugar lazos de confianza. Esta etapa diferente ha sido también de muchas satisfacciones, aunque no sea precisamente investigación en ciencias biológicas y esté muy alejada de lo que había realizado hasta ahora.

Mi tesis de pregrado fue un trabajo determinante en mi carrera porque consistió en establecer las variaciones histológicas en riñón y estómago del salmón durante su migración del río al mar. Este trabajo le interesó a quien me contrató primero de manera *ad honorem* para realizar algo similar, pero con los cambios histológicos a nivel de la branquia de salmónidos durante su migración. Fue en una época en que en el departamento de Acuicultura y Alimentos de la Universidad de los Lagos, en ese entonces Instituto Profesional de Osorno, estaban preocupados por conocer un método para identificar cambios que permitieran definir el momento en que los juveniles de salmón estaban preparados fisiológicamente para su traslado al mar, en una época en que el desarrollo de la salmonicultura era incipiente. Este trabajo posibilitó luego mi contratación como docente y dio inicio a mi carrera en esta casa de estudios.

Si bien la fisiología y la reproducción no han quedado totalmente abandonadas, porque siguen siendo temas que me atraen, actualmente estoy en proyectos más aplicados a resolver problemas locales. El 2016 – 2017 con un equipo multidisciplinario, que incluía ingenieras comerciales, ingenieras en alimentos y biólogas marinas, desarrollamos este proyecto bien bonito que mencioné anteriormente en la costa de Valdivia, que consistía en dar valor agregado a recursos marinos definidos por diferentes organizaciones

locales. Esto significó aplicar creatividad, trabajo en equipo, trabajo en terreno, y transferencia de resultados a distintas organizaciones de mujeres de la pesca artesanal.

El proyecto que actualmente estamos desarrollando –también con un grupo interdisciplinario que incluye una ingeniera agrónoma, una ingeniera comercial y una ingeniera química– está orientado a resolver un problema ambiental en la comuna de Maullín, donde el desconche de piure deja gran cantidad de desechos (túnicas), los que mediante un proceso de compostaje podrán ser transformados en un fertilizante orgánico, y cuya comercialización debería contribuir a mejorar las condiciones económicas de la comunidad indígena Kalfu Lafquen. En el proyecto se harán pruebas en invernadero además de los análisis fisicoquímicos para conocer su calidad. Este es un tema en el que estamos hace varios años y ya hemos tenido algunos resultados que demuestran su buena calidad como fertilizante orgánico.

CURIOSIDAD Y ESPÍRITU CRÍTICO

Creo que las mujeres aportamos y enriquecemos la ciencia cuando participamos desde nuestra propia historia de vida, desde nuestra experiencia, y la usamos como instrumento para mejorar nuestra calidad de vida, en armonía con la naturaleza; cuando la consideramos una forma de relacionarnos colaborativamente y no como un nuevo espacio para competir. Vemos la ciencia como parte de nuestras vidas y no como algo lejano, propio de seres solitarios e iluminados con una inteligencia superior. Nuestro aporte va en el sentido de poner la ciencia al servicio de la gente y la naturaleza, y no de usarla para sentirnos por sobre los demás.

Me interesa despertar la curiosidad en niñas, niños y jóvenes; la capacidad de maravillarse ante situaciones cotidianas que nos parecen triviales, pero que son sumamente complejas, como por

ejemplo lo es respirar: ¿Qué significa? ¿Cómo ocurre? ¿Qué consecuencias tiene? ¿Podemos dejar de respirar de forma voluntaria? ¿Por cuánto tiempo puedes aguantar la respiración? Son algunas de las preguntas que podemos hacernos en torno a una función fisiológica que más del 90% de los seres vivos realizamos, incluyendo las plantas. Para hacer preguntas no se requiere una gran formación científica, pero sí ser curioso, y es esa curiosidad la que se debe despertar y cultivar, junto con un espíritu crítico.

Ser científica me ha hecho feliz en muchos sentidos, por ejemplo, intercambiar conocimiento con otros investigadores, sobre todo en los congresos de especialidad ha sido tremendamente enriquecedor. Viajar no solo a lo largo de Chile, sino también al extranjero por actividades de proyectos. A través de la docencia, transmitir los conocimientos generados a las y los estudiantes, y utilizar esos conocimientos en las asignaturas que imparto.

No sé si he realizado un gran aporte a la ciencia, aparte de generar conocimiento en aspectos de reproducción y fisiología de algunos invertebrados marinos de importancia económica. Creo que el mayor aporte es el trabajo con las personas, sobre todo con los estudiantes en su formación, no solo como investigadores, sino como seres integrales. También el trabajo que se puede hacer con las organizaciones de la pesca artesanal en el intercambio de conocimiento.

TODO ES POLÍTICO

Para cerrar esta pequeña biografía quiero volver a mi época de estudiante de liceo, donde me comenzó a interesar el tema social y en mi época de estudiante universitaria, que transcurrió en plena dictadura, participé activamente en el movimiento estudiantil, en el Centro de Alumnos de la carrera de Biología Marina en la Universidad de Concepción y en todo el movimiento social y político

de la época. Luego, cuando llegué a trabajar aquí a la universidad, me integré a la Asociación de Académicos, hoy Asociación de Académicas y Académicos, donde fui dirigente y ocupé los cargos de tesorera, secretaria y presidenta en diferentes períodos, siendo el último período el año 2009-2010, cuando me retiré para dar paso a caras nuevas.

Considero que cada una de nosotras debe tener un compromiso social, porque estamos insertas en la sociedad, y así como tenemos derechos también tenemos deberes ciudadanos. Como investigadoras no debemos estar ajenas a lo que ocurre en nuestro entorno cercano, en nuestra región y en nuestro país. Esta convicción me llevó varias veces a ser candidata a cargos de representación popular: diputada, alcaldesa, concejala y CORE. Lamentablemente no resulté electa, aun cuando mi objetivo era prestigiar la desprestigiada y tan necesaria política ya que, así como la ciencia es parte de nuestra vida, la política también lo es. Las decisiones que tomamos en diferentes ámbitos son políticas, y nuestro diario vivir está afectado positiva o negativamente por decisiones políticas que alguien tomó.

EPÍLOGO

Este libro es el resultado de un espacio de conversación entre mujeres científicas y académicas de la Universidad de Los Lagos. Testimonios biográficos, intercambio de ideas, entrelazados por una preocupación ética-profesional por el medioambiente y los efectos sobre la vida humana y no humana de los ecosistemas locales y globales del planeta. Y desde una mirada situada que integra la condición de género en sus experiencias de vida.

El origen, un taller de escritura realizado durante la segunda mitad del primer año pandémico, 2020, que permitió a las autoras tomar una pausa, un respiro, revisar sus trayectorias y aporte en el campo de las ciencias, y escribir en un tono cercano a la oralidad y lo anecdótico, lejos del lenguaje académico. El resultado es coral, porque identificamos elementos comunes en ellas desde cada una de sus especialidades. Quizás el más importante: la urgente y apremiante voz de la ciencia sobre el cambio climático y los efectos físicos, químicos y sociales sobre la naturaleza. Estas ex-estudiantes de liceos públicos (desde un pueblo poco conocido de Cuba, pasando por Santiago de Chile, hasta Valdivia y Osorno) reconocen estar preocupadas por los problemas medioambientales que afectan a nuestra región, son apasionadas en su oficio, generosas y fueron afortunadas en tener padres, madres y abuelas que creyeron en sus capacidades a pesar de las limitaciones materiales y los prejuicios sociales y de género.

Más allá de sus líneas de investigación, muchas de estas académicas tienen un compromiso creciente con el aprendizaje STEM. Crean en el ejercicio científico en laboratorios y experimentos en el

aula en las distintas etapas del ciclo de los estudiantes, y apuestan a reducir las brechas de género en la participación de mujeres en la ciencia. En esta línea, tienen la preocupación de que las ciencias y sus resultados estén orientados desde y hacia lo social: al bienestar de las personas y que la solución de los problemas sea en beneficio de una comunidad. Todas ellas coinciden en que es el trabajo colaborativo y los equipos de trabajo multidisciplinarios lo que enriquece sus miradas.

Son nuevas y antiguas generaciones de mujeres científicas que convergen en la inclusión de tres tareas fundamentales para pensar un proyecto crítico de sociedad sostenible: la ciencia, el medioambiente y la perspectiva de género. Sin militancias políticas en los terrenos del feminismo y el ecologismo, pero con compromisos académicos férreos en sus aportaciones al conocimiento, son agudas conocedoras de las brechas de género en sus ámbitos laborales.

Quienes estuvimos detrás de la construcción de esta serie y de este primer libro, y pudimos conocer la experiencia de estas cinco mujeres, quedamos fortalecidas con sus historias de vida. La ciencia, escrutadora de lo desconocido, junto a la experiencia de estas cinco mujeres, nos enseña que lo esencial es hacerse preguntas. Encontrar las respuestas puede tomar la vida, pero en el camino se descubren y abren nuevas puertas. Para ingresar a esos mundos posibles hay que tener los sentidos despiertos, estar alerta, poner en práctica la lucidez.

Esta serie ha sido pensada para llamar el interés de nuevas generaciones en proceso de formación, jóvenes estudiantes de educación media, a quienes podría serles de utilidad conocer de cerca la experiencia de mujeres en el estudio y el trabajo de las ciencias. Dar a conocer estas voces y hacer circular el resultado de estas conversaciones es una contribución para pensar en un cambio de escenario, en un mundo más amable sin disparidades de género.

ESTE LIBRO HA SIDO POSIBLE GRACIAS AL TRABAJO DE

Autoridades Universidad de Los Lagos

Óscar Garrido Álvarez, Rector Universidad de Los Lagos

Patrick Puigmal, Vicerrector de Investigación y Postgrado

Sandra Ríos Núñez, Directora de Investigación

Consejo Editorial

Gonzalo Delamaza Escobar, Doctor en Sociología

Diana Kiss de Alejandro, Magíster en Comunicación

Patrick Puigmal, Doctor en Historia

Nicole Fritz Silva, Doctora en Actividad Física y Deporte con
mención internacional

Jaime Rau Acuña, Doctor en Ciencias Biológicas

Gonzalo Miranda Hiriart, Doctor en Salud Pública

Mita Valvassori, Doctora en Literaturas Comparadas

Andrea Minte Müzenmayer, Doctora en Educación

Ricardo Casas Tejeda, Doctor © en Ciencias Humanas

Comité Editorial Especializado Estudios de Género

Rosario García-Huidobro Munita, Doctora en Artes y Educación

Camila Román Castillo, Magíster en Psicología

Daniella Gac Jiménez, Doctora en Ciencias Sociales

Claudio Yáñez Valenzuela, Doctor en Literatura Comparada

Comité Editorial

Ricardo Casas Tejeda, Director

Carolina Carillanca Carillanca, Coordinadora editorial de libros

Kiyen Clavería Aguas, Ilustradora

Alexis Hernández Escobar, Director de arte

Área de Administración

Daisy Ovando Millan, Secretaria

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Cecilia Cárdenas Garcés, Profesional de Apoyo
de la Dirección de Investigación

Cristina Navarro García, Jefa Unidad Logística,
Adquisiciones y Bodega

Alejandro Jiménez Alvarado, Encargado de página web

Desde el Sur

cultivamos saberes, cosechamos libros

