

DE LA FÍSICA A LA PSICOFÍSICA: LUZ Y VISIÓN

Palabras clave: iluminación, luz, óptica visual, percepción visual, neurociencia.
Key words: lighting, light, visual optics, visual perception, neuroscience.

■ Elisa Margarita Colombo

Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (CONICET-UNT)
Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (FACEyT – UNT)

ecolombo@herrera.unt.edu.ar

■ INTRODUCCIÓN

Reconozco que me gusta conocer la historia de las personas, sobre todo conocer cómo fueron sus elecciones, cuáles fueron los caminos que los llevaron al lugar donde se encuentran, cómo influyó su familia, su escuela, sus amigos,... Por eso me gustó este desafío que recibí de Miguel Blesa, en su calidad de presidente de la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia. Aunque debo admitir que me sorprendió, muchas veces he repasado el camino que me llevó hasta aquí, sobre todo pensando en las personas que han impactado en mi carrera científica, a quienes les estoy profundamente agradecida.

En cuanto a mi formación profesional soy bachiller (orientación científica), licenciada en Física, doctora de la UNT (orientación luz y visión) y he realizado un posdoc en la Universidad de Newcastle Upon Tyne. Soy Profesora Titular de la UNT, Investigadora Principal del CONICET y Categoría 1 en el Programa de Incentivos. He formado 6 doctores (Barraza, 2000; Issolio, 2003; O'Donell, 2009; Aguirre, 2011; Lasagno, 2016; Paz Filgueira, 2016) y 6 magisters (Issolio, 1999;

O'Donell, 2000; Gor, 2005; Santillán, 2006; Aguirre, 2006), varios de ellos contando con co director. He dirigido muchos años el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLYV) de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACEyT) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Desde hace 5 años dirijo el Instituto de investigación en luz, ambiente y visión (ILAV) de doble dependencia: CONICET-UNT, y actualmente me desempeño como Directora del Consejo Científico Tecnológico (CCT) CONICET Tucumán.

En síntesis soy una física devenida psicofísica al servicio del estudio de *“por qué vemos lo que vemos, cómo influye la luz y cómo puede ayudar la iluminación para que este vínculo luz y visión se optimice”*. Y también me gusta ayudar a articular y potenciar las capacidades de la gente con la que me toca trabajar, desde los dos lugares, de compañera y colega y también desde directora.

■ MI FAMILIA

Soy la número 3 de seis hermanas que se llevan 15 años entre la mayor y la menor, a las que se sumó un

hermano una década menor que la más chica. Tuvimos dos padres que marcaron mucho nuestro camino, y digo *“nuestro”* pues somos muy unidas, aunque también muy diferentes, como lo fueron nuestros padres, diferentes en lo político, pero muy parecidos en los valores fundamentales: amor a la familia, entrega y pasión por la profesión y el trabajo, incondicionales con los amigos, atentos a la necesidad de los otros, respeto a todos los puntos de vista, Mi papa, el Dr. Silvio Colombo, fue distinguido como *“Maestro de la Tisiología Argentina”* y trabajó fuertemente en los trastornos broncopulmonares, y alertaba desde su época sobre los factores externos como el tabaquismo, los contaminantes ambientales y los factores climáticos, era de esa estirpe de médicos que al finalizar el consultorio, luego del hospital y la facultad de medicina, hacía domicilio, y nosotras lo acompañábamos. Mi madre, fue la Escribana Colombo, la primera mujer en ejercer en Tucumán, una platense de gran carácter y brindada por entero a ayudar y resolver los problemas de la gente que llegaba con múltiples consultas, ella también docente universitaria, fue formadora de generaciones de escribanos en el NOA.

Rasgos comunes que impactaron en mi formación: los dos profesionales, los dos docentes universitarios y los dos muy entregados a la comunidad.

■ LA ESCUELA

Desde chiquita fui muy estudiosa, medio traga como se decía antes, pero nunca dejé de ir a ver una buena película por tener que rendir una materia. Mi madre me contó miles de veces, como hacemos las madres, que me llevó a los 4 años a primero inferior (bueno así se llamaba el primer nivel del primario, al cual se entra ahora a los 6 años), que le pidió a la maestra que me tome a prueba (antes eso se podía), y para sorpresa de todo seguí allí...hasta que en 4to grado entré a la Escuela Sarmiento, "La Escuela", una escuela modelo, perteneciente a la universidad, con profesores universitarios, con autodisciplina, con laboratorios de física, química y biología, y con una biblioteca que recuerdo con muchísimo cariño, allí sacábamos novelas y las devolvíamos, firmando la entrada y la salida. Somos de la "generación de las bibliotecas". No es una marca menor en Tucumán haber egresado de la Escuela Sarmiento.

La primera elección que relaciono con mi orientación hacia la física fue cuando en el 8vo (el tercer año) tuve que elegir entre las 3 orientaciones que ofrecía la escuela, conducentes al título de Bachiller: Científico, Humanista o Técnico Contable. Aunque me gustaban muchísimo las materias de las ciencias llamadas "duras" y también era mejor alumna en las materias científicas que en las humanistas y sociales, dudé...porque me atraía poder entender el mundo en el que vivimos, el desafío de la mirada histórica para avizorar el futuro, las preguntas de la filosofía para bucear en sus respuestas sobre la vida y el conocimiento,

y también por la literatura y la psicología. Mi razonamiento para elegir el científico fue que si no lo hacía me iba a alejar indefectiblemente de los por qué de la naturaleza,... con el tiempo llegue a una síntesis con la psicofísica, aplicada a la percepción visual, sobre lo que volveré más adelante.

■ LA ELEGIDA FUE LA LICENCIATURA EN FÍSICA

La misma disyuntiva tuve para elegir la carrera universitaria: ¿Física o Filosofía? Me incliné por la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, Mi Universidad.

En este punto fueron decisivos la admiración y el cariño que les tengo a mis tíos Cudmani. Ella, Leonor Colombo, la hermana menor de mi papá, una mujer hermosa, inteligente para la ciencia y para la vida, que luego de incursionar en espectroscopía óptica, impulsó en la Argentina, junto a su equipo, y a otros grandes del país como Maiztegui, la investigación en Educación en Ciencia, en su caso con orientación hacia la Física, logrando algo muy valioso como fue la creación de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina. El, mi querido tío Carlos, tan querido por mis padres, "el turco Cudmani", que junto con Orlando Bravo, eran los Profe de Física, los primeros que conocíamos. Yo me inicié en la docencia siendo ayudante estudiantil con ellos. Esa experiencia me encantó. Mi tío tan irónico, siempre poniendo un pizca de humor en sus clases, Bravo, el "OBE" con sus máximas: *"si ante una lluvia inesperada el alumno abraza sus carpetas, protegiéndolas de la lluvia, indica claramente su valoración hacia el conocimiento, pero si el alumno se tapa la cabeza con las carpetas lo más probable es que deje los estu-*

dios". Trabaje mucho con la Sra. de Luccioni, que fue también mi profesora de física en la "Escuela" que armaba laboratorios en los escritorios y en los patios. Recuerdo también con nostalgia al flaco Ceballos, uno de grandes que perdimos en el 76 cuando tuvo que emigrar a Brasil y ahora me han dicho que es más brasilero que un nativo. Nos preparaba a los ayudantes estudiantiles y a los auxiliares docentes para las horas de prácticos con los alumnos: allí nos hacía pensar en los supuestos y simplificaciones de los modelos que usábamos, las preguntas eran sobre cómo cambiaría el análisis si "el cuerpo no tuviera masa despreciable", o "si no hubiera gravedad", o "si la superficie no fuera lisa",..., era un ejercicio de física maravilloso, que quedará en mi memoria para siempre.

De la Física I pasé al "Laboratorio de Física Experimental I y II", fue la escuela de formación de muchos futuros investigadores, distribuidos no sólo en el país sino en varios lugares del mundo. Este laboratorio que lleva la firma de la Sra. de Cudmani, o de "Chichi", fue un espacio de ruptura con la forma de enseñanza y evaluación de la Física, planteado como un espacio de investigación, cada "guía de trabajo" era una invitación a estudiar el tema y plantear una hipótesis antes de realizar el experimento, aprendimos allí la importancia de analizar los modelos físicos a la luz de las simplificaciones, a estimar los errores y a estudiar las teorías de errores, y este laboratorio es obligatorio no sólo para las licenciaturas sino para todos las carreras de ingeniería, pues era y es parte de las materias de física, ¿cómo estudiar física sin laboratorios?.

Luego vinieron los años del terror, que golpeó fuerte al Instituto de Física, muchos profesores fueron echados e incluidos en listas de su-

puestos subversivos, y dado los casos de secuestro y desaparecidos, ante el miedo aterrador y las amenazas, varios emigraron para cuidar su vida. Mi director de tesis de licenciatura en Físico-Química fue el Dr. Ángel Garmendia, increíble por su formación y sus convicciones sobre el rol de la universidad en la comunidad, fue secuestrado de su casa y desaparecido. Este momento fue un quiebre en lo emocional y en lo vocacional, dudé y dudé mucho, y estuve a punto de dejar la carrera, sólo me faltaba defender la tesis. En este momento fue el Dr. Miguel Katz, jefe del laboratorio de Física-Química, quien asumió la dirección y me ayudó a recibirme. Con Katz publiqué mi primer paper. Si no me equivoco demoré como dos años en recibirme.

A los ayudantes estudiantiles, de los cuales muchos éramos integrantes de agrupaciones universitarias, entre los que estaba mi querida hermana y compañera de militancia "la Pimpi", nos pidieron la renuncia y ante un leve intento de resistencia nos sacaron un decálogo de prohibiciones por las cuales podían fácilmente echarnos de la universidad sin terminar los estudios. Fueron años muy difíciles, pasamos mucho miedo y nos enmudecieron. En esa época incursioné en varias cátedras y en investigación fue el Dr. Guillermo Iglesias quien me abrió sus puertas, así fue que trabajé un tiempo en el laboratorio de Transductores y realicé un anemómetro a termistores que publiqué en una revista de electrónica.

Ya recibida, creo que en el año 1981 aparece, o mejor dicho reaparece en mi vida, pues lo conocía desde chica, Carlos Kirschbaum, que estaba volviendo de Alemania doctorado, y me propone trabajar con él en el entonces Laboratorio de Luminotecnia del Instituto de Inge-

nería Eléctrica. En el año 1982 viajé 3 meses a La Plata, al CIOp (Centro de Investigaciones Ópticas), a realizar mi primer curso de posgrado: "Transmisión, procesamiento y evaluación de la información óptica por instrumentos visuales y sistemas visuales", dictado por el Dr. Mario Garavaglia y el Prof. Dr. R. Röhler, del Institut für Medizinische Optik, Universidad de Munich. Por esa época ya era la mamá de Emilio y Leonardo (3 años y 1 año), que vinieron a La Plata, la ciudad de mi familia materna, y me acompañaron desde entonces corriendo mi centro de gravedad con un gran crecimiento personal.

■ CIENCIA O POLÍTICA: ME QUEDÉ EN LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA CON EL CONICET

En estas épocas viví un nuevo tironeo interno, dada mi militancia política en el Frente de Izquierda Popular me eligieron candidata a la vicepresidencia, acompañando en la fórmula a Jorge Abelardo Ramos. Ante la imposibilidad de participar de las elecciones nacionales con una boleta propia de apoyo al frente justicialista, salimos con boleta del FIP. Casi me muero cuando me avisaron que había sido elegida para integrar la fórmula presidencial, me puse a llorar, creo que no me alegré inmediatamente, me asusté. Pero bueno, lo hice, me animé, fue una experiencia inolvidable, era la primera elección luego del golpe, la vuelta a la democracia y sí...ya se habrán dado cuenta, no ganamos, presenciamos el increíble triunfo de Alfonsín. Mi mayor aprendizaje personal fue que aprendí a hablar ante mucho público y sin leer.

Pero por esos días yo ya había pedido la beca del CONICET y la gané, con el apoyo del Dr. Roberto Manzano que me dio el aval en épo-

cas difíciles. Fue muy fuerte: tuve que elegir y así decidí alejarme de la militancia, aunque no de la política, y me dediqué a hacer mi tesis doctoral, sin dejar la docencia en el laboratorio de Física con mi querida tía Chichi y mis amigas, la Julita (Dra. Julia Salinas), la Marta (Dra. Marta Pesa), la Mirta (Dra. Mirta Jaen) y la Bety (Dra. Beatriz O'Donnell), mis amigos Pablo y Chacho (Lic. Pablo Fontdevila y Eduardo Matthews), a todos ellos les debo mucho, y a los más jóvenes, Miguel (Dr. Miguel Cabrera), Lucho (Dr. Lucho Scida) y Cesar (Dr. César Medina), tan queridos, todos compañeros de ese clan que éramos en el laboratorio, éramos muchos y defensores de la investigación, una docencia creativa al servicio de que "los alumnos aprendan" y por sobre todo nos unía la defensa de "aprender física haciendo física". Desde esa época realicé estudios sobre enseñanza de la ciencia, un tema que surgía de la misma práctica docente. Luego de pasar de auxiliar docente de primera categoría y jefe de trabajos prácticos, siempre mediante concursos, llegué a Profesor Adjunto. Las siguientes promociones las logré más tarde en el Dpto. de Luminotecnia, Luz y Visión, en 1994 a profesora asociada y en el 2013 a profesora titular, en las carreras de Diseñador de Iluminación y Técnico en Iluminación, diseñando y trabajado en materias nuevas: la óptica para un diseñador y la influencia de la luz y la iluminación en la visión. Toda una vida en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, y esto me llena de orgullo.

■ DOCTORADO: INTERDISCIPLINA Y PSICOFÍSICA

Empecé con el doctorado bajo la dirección del Dr. Carlos Federico Kirschbaum y el Ing. Herberito Carlos Buhler. El Ing. Buhler fue un visionario que estaba al frente del

Laboratorio de Luminotecnia y supe ver que el campo de la iluminación iba a adquirir una personalidad propia, diferente al de la Ingeniería y la Instalación Eléctrica. Fue Carlos el que me invitó y propuso el tema, el que me presentó frente al CONICET, pero fue Buhler el que me abrió las puertas de Luminotecnia. Dadas las épocas que vivíamos quise contarle de mis posiciones políticas, pero él me aclaró que sólo le importaba si yo iba a trabajar fuerte para sacar mi doctorado, y siempre me ayudó y me apoyó, se enorgullecía de que fuera la primera doctora en luminotecnia.

En el 89 recién logramos, que con Buhler y Kirschbaum como directores, se creara la Escuela de Posgrado en Luz y Visión y se dictaran los primeros cursos de posgrado con profesores de centros y universidades del mundo que trabajan en este campo de la Ingeniería en Iluminación, Radiometría, Fotometría y Colorimetría, Percepción Visual y los Efectos visuales y no visuales de la radiación óptica. La relación con este campo netamente interdisciplinario fue un gran desafío que implicó entender los aportes de las distintas disciplinas con sus metodologías específicas.

Tal vez lo más fuerte fue aprender "*psicofísica*" es decir aprender a valorar la respuesta del sujeto a un estímulo especificado en todas las dimensiones físicas de interés, comprender la forma en que se realizan las mediciones, cómo se estima y especifica la sensibilidad de la metodología utilizada y se calculan los errores. Me ayudó muchísimo el libro de mi amigo querido "Juan Roederer" sobre "la Física y la Psicofísica de la Música" y un curso muy hermoso "La física y el cerebro" en el que establecía un paralelo entre las formas en que la física y el cerebro modelan la realidad, no lo

olvidaré nunca. Tuve que aceptar que además del luxímetro, el luminancímetro, el espectralradiómetro, el colorímetro, el fotogoniómetro, ...teníamos entre manos un nuevo instrumento: nuestro sentido de la visión, el sujeto mismo. Me fui orientando al estudio de la respuesta visual del ser humano al contraste, al tamaño, a la nitidez, a la velocidad, ...del estímulo, y a aprender a medirla y a acotarla.

Pude cumplir con la exigencia de aprobar las 500 horas de posgrado, definir mi tema de tesis, sobrevivir a la discusión sobre si mi tesis era de física o de ingeniería, soy Doctora de la UNT (orientación en Luz y Visión). Mi director inglés, el Dr. Andrew Derrington, me tranquilizó explicándome que lo importante era haber obtenido el título de doctor pues implicaba que tenía "capacidad y autonomía para investigar", para "formular el estado del arte e identificar la pregunta de la investigación y las hipótesis", y había demostrado "formación específica para elegir y diseñar metodologías y analizar y explicar críticamente los resultados", "sacar conclusiones generales" y "formular nuevas preguntas para próximas investigaciones".

Desde aproximaciones empíricas fui reorientando mi trabajo de investigación a la sistematización de medidas de eficiencia visual, en condiciones umbrales y supraumbrales de visión. Me inicié con estudios sobre la influencia de la nitidez de los estímulos sobre la respuesta visual (Colombo y col., 1987, Salinas y col., 1989; Colombo y Kirschbaum, 1990) y finalicé con propuestas sobre cómo el sistema procesaba estos bordes desenfocados (Colombo y col., 1994).

Tengo que decir que cuando defendí mi tesis (14/8/1992) había perdido recientemente a mi padre

(1/8/1992) y a Buhler (15/7/1992). Fue un momento de mucha tristeza.

■ LA POSDOC EN LA UNIVERSIDAD DE NEWCASTLE UPON TYNE (INGLATERRA)

En la definición de mi posdoc confluyeron varias situaciones: en la "European Conference on Visual Perception" (ECVP, 1990) conocí a Andrew Derrington (Newcastle, Inglaterra) y reencontré a Pablo Artal (Murcia, España) con quienes hablamos de proyectos conjuntos; en 1992 los grupos que dirigían los Dres. Carlos Kirschbaum, en Luminotecnia, y Rodolfo Danessi, en Estructura en Ingeniería Civil, fueron seleccionados por el Consejo Británico para el Programa de Cooperación de Inglaterra con Argentina, a 10 años de Malvinas para consolidar relaciones culturales. En el marco de ese convenio organizamos estadías cortas y largas en Inglaterra, e invitamos profesores a nuestro posgrado, viajamos todos los docentes del instituto, y esta experiencia fue fundamental para los jóvenes que nos iniciábamos en investigación. Este es un excelente ejemplo de la generosidad académica y científica que siempre tuvo Kirschbaum para formar nuestro grupo de trabajo. Vino el Dr. Derrington a dictar un curso en nuestro posgrado sobre la "Medida de la sensibilidad visual" y así se organizó mi estadía posdoctoral. Aprendí mucho de psicofísica, del sistema visual y diseñé un sistema de calibración de monitores utilizando la habilidad del ojo humano de ser un excelente discriminador de cero (Colombo y Derrington, 2001). Durante esa estadía también realizamos un trabajo conjunto con Pablo Artal, que fue muy importante para mi pues Andrew casi no tenía el tiempo para el laboratorio y yo fui la encargada de introducir a Pablo, un físico óptico excelente, en las mediciones psicofísicas, fue mi

prueba de fuego, tal vez para ellos pasó inadvertido pero para mí fue un punto de inflexión en mi carrera, demostrando idoneidad en el uso del generador de estímulo visuales y manejo del software para realizar las mediciones (Artal y col., 2001). El vínculo con ambos sigue hasta nuestros días y esta colaboración ha sido muy importante a lo largo de mi carrera como formadora de investigadores.

■ VISIÓN FUNCIONAL: LOS EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN Y EL MEDIO VISUAL

Al regresar de Inglaterra comencé con mis primeros tesis y sentí que empezaba a elegir lo que quería investigar. Mirando el conjunto de mi producción científica visualizo al concepto de “visión funcional” como el hilo conductor de los mismos. La “visión funcional” se refiere a la habilidad del sistema visual para funcionar apropiadamente frente a distintas tareas visuales que implican distintas características del estímulo y diferentes exigencias perceptuales, como detección, discriminación o reconocimiento. El conocimiento de la visión funcional constituye un aporte al diseño de iluminación en tanto plantea evitar “barreras a esa visión funcional”, atendiendo tanto al sistema de iluminación como al medio ambiente iluminado (Colombo y col., 2013).

Los primeros temas estuvieron orientados a evaluar los efectos del deslumbramiento sobre el desempeño visual en adaptación mesópica, a través de distintas maneras de evaluarlo, como la percepción de movimiento (Barraza y Colombo, 2000; 2001), el oscurecimiento de la escena (Colombo y col., 2000; Issolio y col., 2006; Issolio y Colombo, 2006), el tiempo de reacción (Aguirre y col., 2008; 2011), diferenciando estos estudios de la manera tradicional

basada en la medida de la pérdida de visión de contraste. El deslumbramiento es un factor que cualquier buen diseño de iluminación debe evitar en el espacio iluminado y esto se cumple con bastante frecuencia en condiciones de espacios interiores, sin embargo, en alumbrado público, en adaptación mesópica, en rutas de doble carril el deslumbramiento de los autos que vienen en sentido contrario al conductor puede ser muy molesto y es posible cuantificar sus efectos. También en ciudades en las cuales tenemos una disponibilidad de luz directa del sol hay que tener en cuenta los efectos deslumbrantes de los rayos del sol. En particular en estudios de campo hemos estudiado los efectos de la pérdida de adaptación que sufre una persona a atravesar espacios de transición interior-exterior (Lasagno y col., 2011), especialmente debido a las pérdidas visuales con el envejecimiento (Lasagno y col., 2014). El doctorado de la Diseñadora Industrial Cecilia Lasagno se realizó con la co dirección de la Dra. Andrea E. Pattini (CONICET Mendoza).

Unos años después se corroboró que ante la presencia de fuentes deslumbrantes en forma continua el tamaño de la pupila disminuye y eso se correlaciona con una disminución de energía luminosa que llega a la retina lo que podría dar cuenta del oscurecimiento de la escena, resultados sensibles a la edad de las personas (Silva y col., 2016).

En el marco de una cooperación con el grupo de Optica y Visión de la Facultad de Ingeniería de la UBA estudiamos la influencia de los medios ópticos en estos estudios (Colombo y col., 2007; Comastri y col., 2009; Issolio y col., 2012). Durante estos años tuvimos colaboración académica con el grupo que dirige la Dra. Dora Fix Ventura (USP, Brasil) en el marco de un proyecto financiado

por la CAPES y la SPU; con el grupo que dirige el Dr. Jaume Pujol (UPC, Terrassa, Catalunya) con un proyecto financiado por la AEI y que nos permitió equipar los laboratorios de óptica física y visual y el de visión, con los desarrollos más modernos y realizar investigaciones conjuntas (Barrionuevo y col., 2010; 2012); y con el grupo Optica y Visión de la Facultad de Ciencias que dirigía el Dr. Juan González Vizmanos y ahora dirige el Dr. Juan Antonio Aparicio. En todos estos casos tuvimos un rol protagónico en la definición de las agendas de investigación.

Más orientada al modelado de los procesos que intervienen en la percepción visual, participé como co directora en las tesis de doctorado del Lic. En Filosofía Andrés Martín y del Ing. Electrónico Pablo A. Barrionuevo, con los temas “Mecanismos para la codificación del movimiento en imágenes reales” (Martín y col., 2009) y “Modelo computacional de la constancia de la reflectancia perceptual” (Issolio y col., 2012; Barrionuevo y col., 2013), respectivamente.

Otra de las variables de interés en visión funcional es la variación temporal de la iluminación que fue abordado en la tesis de doctorado de la Licenciada en Física Estela Mirta Jaen, con quien colaboré en el estudio de la respuesta visual con el diseño de una tarea de búsqueda visual que resultó ser muy sensible a la modulación y frecuencia temporal (Jaen y col. 2005; 2011).

También abordamos el aporte del color en la transmisión de información medido en términos de tiempo de reacción, con un diseño original que permitió medir la influencia positiva del color cuando los contrastes acromáticos son medios o bajos (O'Donnell y Colombo, 2008), formular un modelo de eficiencia vi-

sual que incluya el aporte cromático (O'Donell y col., 2010), extender el resultado para que pueda ser utilizado por diseñadores (O'Donell y col., 2011) y completar estudios sobre los campos perceptivos (O'Donell y Colombo, 2011) y sobre la manera de cuantificar el contraste (O'Donell y Colombo, 2016). Contamos con el apoyo incondicional del Dr. Peter Boyce como co director de la Tesis de Doctorado de Beatriz O'Donell, que era Director del Programa "Factores humanos en iluminación" en el "Lighting Research Center" (Troy, New York).

Previo a este trabajo dirigí a Ing. Sergio Gor en su Tesis de Maestría (2005), en la que realizó una meticolosa caracterización de la "Tensión, temperatura y características cromáticas en lámparas fluorescentes compactas", para lo cual pudo realizar una estadía de experimentación en el Laboratorio de Óptica y Radiometría de Madrid bajo la dirección del Dr. Antonio Corrons (Colombo y col., 2005; Gor y col., 2008). En actualidad estoy dirigiendo la tesis doctoral de la licenciada en Física Claudia Sandoval Salinas, sobre "Apariencia de color de estímulos auto luminosos" en un proyecto de cooperación binacional con el Dr. Peter Hanselear, director del "Light&Lighting Laboratory" de la Universidad de Leuven Bélgica. En esta línea se sumó en calidad investigadora asistente, la Dra. María Leonor Sandoval Salinas, licenciada en Biología, que está estudiando la potencialidad de la percepción del color y la colorimetría en la clasificación de micromamíferos de colecciones, sobre todo buscando una fundamentación racional a usos y costumbres muy arraigadas, que pueden optimizarse y quitarles cierto grado de subjetividad (Sandoval y col., 2016 a, b). Estos proyectos cuentan con el aporte del Mag. Ing. José Sandoval, un experto en radiometría y colorimetría.

En forma paralela, y desde el año 1995, por curiosidad pero también por necesidad, me había propuesto desarrollar un sistema informático con elementos estándares, para generar estímulos visuales y realizar mediciones psicofísicas de contraste umbral para poder trazar la curva de sensibilidad al contraste, que es una medida muy valorada para caracterizar la visión espacial de las personas. Llamado al comienzo Vis-Tuc, nombre muy original, cuando iniciamos las tratativas con la empresa Tecnovinc pasó a llamarse FVC100 en sus distintas versiones. En esta temática dirigí 3 maestrías, con el Ing. Electrónico Luis A. Issolio (mi primer Magister, 1999) hicimos un estudio de factibilidad, con el Ing. en Computación Rolando C. Aguirre (2006) realizamos el diseño y la construcción del mismo, y finalmente con el Psicólogo Javier E. Santillán (2006) hicimos las curvas de normalidad por rangos de edad, para dar cuenta del envejecimiento del sistema visual (Colombo y col., 2009; Santillán y col., 2013). Tuvimos dos patentes (2010, 2015) y un premio Innovar (2006). El equipo fue muy utilizado en investigaciones básicas (efecto del deslumbramiento, del color, de los vidrios oscurecidos, sensibilidad en el mesópico) y en investigaciones orientadas a oftalmología (cataratas, ambliopía, glaucoma). En calidad de directora el proyecto PDTS "Sistema para la medida de la Función Sensibilidad al Contraste -FVC100: actualización y escalamiento para la transferencia a la clínica" ha sido incorporado al Banco de Proyectos del MINCYT (Res. 062/2014 MINCYT, N°17) previa evaluación del CONICET (Res.D.N°1727/2014). En la actualidad es una de las líneas del Proyecto D-TEC (Doctores Tecnológicos) sobre "Desarrollo tecnológico de equipos especializados en luz y visión".

Identificada la sensibilidad al contraste como una herramienta

valiosa para caracterizar la visión funcional iniciamos dos líneas de investigación. Una en estudios espectrales en el rango mesópico de adaptación visual, núcleo central de la Tesis Doctoral de la Ing. Bárbara Silva, un tema de gran actualidad científica. La otra línea, orientada fuertemente a resultados con potencial transferencia al campo de la oftalmología, en la caracterización de la visión de personas con cataratas y su evaluación mediante distintas aproximaciones físicas y psicofísicas (Paz Filgueira y col., 2014; 2016), y como predictor de aprendizaje perceptual en ojos ambliopes (Ing. Biomédica Noelia Alcalde, recién iniciando su beca doctoral). Desde que iniciamos el trabajo con el VisTuc tuvimos una importante cooperación con la cátedra de oftalmología de la UNT, que se ha mantenido a lo largo de los años, y destaco el apoyo incondicional permanente de la Dra. Myriam Berman y del Dr. Walter Arellano, y en ellos agradezco a todos los médicos oftalmólogos que colaboraron.

■ LA GESTIÓN ACADÉMICA: EMPECÉ MEDIO OBLIGADA PERO SEGUÍ POR ELECCIÓN

Al poco tiempo de volver de mi posdoc en Newcastle upon Tyne quedé a cargo del Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, en lo que se había convertido el original Laboratorio de Luminotecnia del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Tuve que estudiar mucho para entender muy bien a qué se dedicaban cada uno de los grupos de investigación, desde las áreas más duras: "radiometría y fotometría", pasando por factores humanos, tanto los efectos visuales, como los efectos no visuales y los psicobiológicos, hasta el campo del diseño de iluminación con un necesario aporte de la arquitectura y el

diseño industrial.

Diseñé junto al Ing. José Sandoval, y ejecuté el proyecto de "Educación en Iluminación y formación de recursos humanos" (FOMECA: Fondo para el mejoramiento de la calidad universitaria), desde 1996 a 2003, formamos magister y doctores en el exterior, trajimos profesores visitantes, de manera de cubrir áreas de vacaciones, lo que constituyó un gran ejercicio de gestión académica. El Director era el Dr. Kirschbaum. En el marco de este proyecto se doctoraron el Ing. Eduardo Manzano y la Lic. en Psicología Graciela Tonello, iniciando un proceso de planificación e identificación de áreas de vacaciones ("El alumbrado público" y "Los efectos no visuales de la iluminación"), campos que ellos consolidaron a lo largo de los años siguientes.

También tomamos desafíos como el Proyecto de "Iluminación de 60 museos, monumentos y lugares históricos del NOA" para lo cual trajimos profesores de universidad y diseñadores de Madrid, expertos en iluminación del patrimonio cultural, y fue la semilla de un grupo fuerte en la temática de la iluminación de museos atendiendo a la disyuntiva de exhibir y preservar el patrimonio.

Con el tiempo fuimos fortaleciendo varias áreas de vinculación con el medio: 1) Ensayos de luminarias incluyendo no sólo fotogoniometría sino también hermeticidad, impactos, control de armónicos y caracterización espectral, 2) Calibración de luxímetros, 3) Asesoramientos en diseños complejos, uno muy destacado fue realizar la iluminación de la sala limpia en la nueva planta de INVAP a la entrada de Bariloche. 4) Diseño de metodologías basadas en sistemas óptico-radiométricos para la identificación de materiales extraños en una planta específica (algo-

dón, tabaco, plantaciones de caña de azúcar), 5) Diagnóstico de edificios en términos de condiciones ambientales, por citar solamente algunos en los cuales estuve involucrada por la gestión o por la ejecución de los mismos. Lo más importante de estos trabajos fue la tracción que ellos ejercieron sobre la definición de nuestras líneas de investigación.

Casi 20 años después, cuando se crea el Instituto de Investigación en luz, ambiente y visión (ILAV), de doble dependencia (CONICET y UNT), mediante concurso accedo a la dirección del mismo (2011) con Plan de Gestión que parte de un definición del campo de estudio en tanto articulador de saberes y conocimientos. Luego integro el Consejo Directivo del CCT CONICET Tucumán, donde soy elegida Directora por todos los directores de unidades ejecutoras (2014). Desde este espacio de dirección surge la formulación del Plan de Mejoramiento Institucional (PMI: 2015 y 2016), en el marco del Programa de Evaluación Institucional (PEI, MINCYT), a partir del cual se logra articulación y compromiso de los directivos y de los miembros tanto de la CIC como de la CPA, y del personal administrativo. Estoy convencida que este programa del Ministerio constituye un paso fundamental en la consolidación de un país que tome en serio el desarrollo científico tecnológico como unos de los más importantes sustentos de crecimiento con inclusión e igualdad socio económica.

■ LA EXTENSIÓN: APORTES SOBRE LA VALORACIÓN DE LA CIENCIA

Empecé en el año 1985, obviamente, con cursos de física para profesores del secundario y también del primario. La mejor experiencia que tuve es un curso (1998) que dimos con Marta Pesa y Silvia Bravo, para

maestros del primer ciclo del primario que venían más por necesidad de puntaje que por convicción, sin embargo, al finalizar evidenciaron su compromiso con la idea de "alfabetizar con ciencia", mostrando que el esfuerzo valió la pena.

Participé también en Programas de la SPU (Los científicos van a la escuela, 2008 y 2009; Voluntariado, Ciencia para todos, 2013) donde tuve la entusiasta colaboración de Javier Santillán y Pablo Barrionuevo, aportando con iniciativas muy diferentes y articulando lo científico con lo emocional, pues se apuntaba a identificar los miedos hacia la ciencias y a rescatar la experimentación para despertar vocaciones jugando en el laboratorio. Sumamos estudiantes de psicología a los de nuestra facultad.

El último proyecto realizado como responsable fue la encuesta realizada en Tucumán sobre "La actitud de los estudiantes secundarios ante la ciencia" (CIECTI-MINCYT, 2015 y 2016) en el que trabajamos con las Facultades de Psicología y Ciencias Económicas de la UNT y el Ministerio de Educación de la Provincia de Tucumán a través de el CIIDEPT (Centro de Innovación e Información para el Desarrollo Educativo, Productivo y Tecnológico). Los jóvenes evidenciaron altísima valoración e interés por la ciencia y la tecnología.

En la actualidad soy tutora del Chapter OSA Tucumán, centros que la Asociación de Optica Norteamericana alienta y brinda financiamiento para introducir la óptica en la sociedad. Como broche de oro menciono que este grupo ha recibido el premio internacional al mejor capítulo por sus acciones en la provincia y colaboración con planes internacionales.

■ CIENCIA BÁSICA, CIENCIA APLICADA Y TECNOLOGÍA.

En muchos campos esta distinción es hoy casi imposible de realzar, cada vez más se evidencia la tracción en ambos sentidos, y hoy un estado del arte debería contemplar el impacto de la investigación no solamente en su aporte original a la ciencia sino también en sus aplicaciones tecnológicas y sociales. En mi carrera hay un sesgo hacia la investigación aplicada y, aunque reconozco que es una visión parcial, me siento más identificada hacia lo que se ha dado en llamar "la ciencia útil". Esto no obvia que en todas mis investigaciones indago sobre las explicaciones fundadas en el funcionamiento del sistema visual humano, y que los trabajos de investigación básicos sobre la percepción visual constituyen un insumo ineludible a la investigación aplicada.

Rescato de mi experiencia en investigación el trabajo en equipo con colegas y discípulos de muy diferentes formaciones de grado, con resultados altamente satisfactorios. Me he desenvuelto en un campo de trabajo con una comunidad de expertos relativamente pequeña, con un alto grado de interacción.

Tal vez lo más importante es que hemos establecido nuestra propia agenda de investigación y la hemos promovido con éxito en ámbitos nacionales e internacionales, formalizando cooperaciones interinstitucionales con centros y universidades de distintos países del mundo, todas ellas fundamentales para nuestro crecimiento e inserción científica.

■ SELECCIÓN DE ARTÍCULOS Y PATENTES

Aguirre, R.C.; Colombo, E.M.; Barraza, J.F. (2008) *Effect of glare on simple reaction time*. J. Opt. Soc. Am. A. **25(7)**, 1790-1798

Aguirre, R.C.; Barraza, J.F.; Colombo, E.M. (2011) *Effect of glare on reaction time for peripheral vision at mesopic light level of adaptation*. J. Opt. Soc. Am. A. **28(10)**, 2187-2191

Aguirre, R.C.; Santillán J.E.; Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2015) *Sistema y procedimiento para la medición de funciones visuales en seres humanos*. Patente de Invención Nº **AR054662B1** (concedida: 29/5/2015 y 20 años de vigencia)

Artal, P.; Derrington, A.M.; Colombo, E.M. (2001) *Refraction, aliasing and the absence of motion reversals in peripheral vision*. Vision Research **35(7)**, 939-947

Barraza, J.F.; Colombo, E.M. (2000) *Transient glare: its effect on the lower threshold of motion*. OPTICS EXPRESS **7(4)**, 172-177

Barraza, J.F.; Colombo, E.M. (2001) *The time course of the lower threshold of motion during rapid events of adaptation*. Vision Research **41**, 1139-1144

Barrionuevo, P.A.; Colombo, E.M.; Corregidor, D.H; Jaén, E.M., Issolio, L.A. (2010) *Evaluation of the intraocular diffusion through brightness reduction by glare: a first approach using ectopic diffusers to simulate cataracts*. Optica Applicata **40(1)**, 63-75

Barrionuevo, P.A.; Colombo, E.M.; Vilaseca, M., Pujol, J.; Issolio, L.A. (2012) *Comparison between an objective and a psychophysical method for the evaluation of ocular scattering*. JOS A. **29(7)**, 1293-1299

Barrionuevo, P.A.; Colombo, E.M.; Issolio, L.A. (2013) *Retinal mesopic adaptation model for brightness perception under transient*

glare. J. Opt. Soc. Am. A. **30(6)**, 1236-1247

Colombo, E.M.; Kirschbaum, C.F.; Raitelli, M.R. (1987) *Legibility of texts: the influence of blur*. Lighting Research and Technology **19(3)**, 61-71

Colombo, E.M.; Kirschbaum, C.F. (1990) *Printing quality and visual performance*. Lighting Research and Technology **22(2)**, 85-93

Colombo, E.M.; Rabal, H.; Kirschbaum, C.F.; Jaen E.M. (1994) *Assessment of defocused words and physical correlations*. Journal of Imaging Science and Technology **38(2)**, 180-184

Colombo, E.M.; Barraza, J.F.; Issolio, L.A. (2000) *The effect of brief exposure on brightness evaluation in the scotopic-mesopic range of adaptation*. Lighting Research and Technology **32(2)**, 65-70

Colombo, E.M.; Derrington, A.M. (2001) *Visual calibration for CRT monitors*. DISPLAY **22(3)**, 87-95

Colombo, E.M.; Gor, S.R.; Sandoval, J.D. (2005) *Compact fluorescent lamps: operating position and emitted light color*. Light and Engineering **13(3)**, 79-90

Colombo, E.M.; Comastri, S.A.; Issolio, L.A.; Echarri, R. (2007) *Pupil light reflex produced by glare under mesopic adaptation*. Journal of Light & Visual Environment **31(2)**, 70-79

Comastri, S.A.; Matranga, J.; Bastida, K.; Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2009) *Influence of ophthalmic lenses in the illuminance originated at a peripheral glare source and reaching the eye*. OPTIK **120(16)**, 860-872

Colombo, E.M.; Issolio, L.A.; San-

- tillán, J.E.; Aguirre, R.C. (2009) *What characteristics a clinical CSF system has to have?*. *Optica Applicata* **39(2)**, 415-428
- Colombo, E.M.; O'Donell, B.M.; Santillán, J.E.; Issolio, L.A. (2013) *Functional vision barriers: a new concept analyzed in terms of human visual performance*. *Psychology & Neuroscience* **6(2)**, 219-226.
- Gor, S.R.; Sandoval, J.D.; Colombo, E.M.; Corrons, A. (2008) *Effects of Applied Voltage on CFL Chromatic Characteristics*. *Light & Engineering* **16(3)**, 26-37
- Issolio, L.A.; Barraza, J.F.; Colombo E.M. (2006) *Time course of brightness under transient glare condition*. *Journal Opt. Soc. Am. A* **23(2)**, 233-238
- Issolio L.A.; Colombo, E.M. (2006) *Brightness for different surround conditions: the effect of transient glare*. *Perception and Psychophysics* **68(4)**, 702-709
- Issolio, L.A.; Barrionuevo, P.A.; Comastri, S.A.; Colombo E.M. (2012) *Veiling luminance as a descriptor of brightness reduction caused by transient glare*. *J. Opt. Soc. Am. A* **29(10)**, 2230-2236
- Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2010) *Procedimiento para la generacion de redes sinusoidales para la determinación de la sensibilidad al contraste usando un equipamiento informatizado estándar*. Patente de Invención N° **AR027169B1** (concedida: 27/7/2010 y 20 años de vigencia).
- Jaén, E.M.; Sandoval, J.D.; Colombo, E.M.; Troscianko, T. (2005) *Office workers visual performance and temporal modulation of fluorescent lighting*. *LEUKOS (Journal of IESNA - EEUU)* **1(4)**, 27-46
- Jaén, E.M.; Colombo, E.M.; Kirschbaum, C.F. (2011) *A simple visual task to assess flicker effects on visual performance*. *Lighting Research and Technology* **43**, 457-471
- Lasagno, C.M.; Pattini, A.E.; Rodríguez, R.G.; Colombo, E.M. (2011) *Developing a modelling factor index for transition spaces: a case study approach*. *Architectural Science Review* **54(3)**, 215-224
- Lasagno, C.M.; Issolio, L.A.; Pattini, A.E.; Colombo, E.M. (2014) *Transitional spaces from exterior to interior as functional vision barriers in aging*. *Lighting Research and Technology* **46(6)**, 706-715
- Martín, A.; Barraza, J.F.; Colombo, E.M. (2009) *The effect of spatial layout on the motion perception*. *Vision Research* **49**, 1613-1619
- O'Donell, B.M.; Colombo, E.M. (2008) *Simple reaction times to chromatic stimuli: luminance and chromatic contrast*. *Journal of Lighting Research and Technology* **40(4)**, 359-371
- O'Donell, B.M.; Barraza, J.F.; Colombo, E.M. (2010) *The effects of chromatic and luminance information on visual efficiency*. *Journal of Visual Neuroscience* **27**, 119-129
- O'Donell, B.M.; Colombo, E.M.; Boyce, P.R. (2011) *Colour information improves relative visual performance*. *Lighting Research and Technology* **43**, 423-438
- O'Donell, B.M.; Colombo, E.M. (2011) *Foveal chromatic perceptive field sizes*. *Perception* **40**, 50-62
- O'Donell, B.M.; Colombo, E.M. (2016) *The appropriateness of contrast metric for reaction times*. *Perception*. En prensa. doi: 10.1177/0301006616643651
- Paz Filgueira, C.; Sanchez, R.F.; Colombo, E.M.; Vilaseca, M., Pujol, J.; Issolio, L.A. (2014) *Discrimination between surgical and non-surgical nuclear cataracts based on ROC analysis*. *Current Eye Research* **39(12)**, 1187-1193
- Paz Filgueira, C.; Sanchez, R.F.; Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2016) *Straylight and Visual Quality on Early Nuclear and Posterior Subcapsular. Cataracts*. *Current Eye Research* **41(9)**, 1209-1215
- Salinas, J.J.; Colombo, E.M.; Rabal, H.; Torroba, R. (1989) *Diffraction by cylindrical pupils*. *OPTIK* **82(1)**, 22-24
- Sandoval, M.L.; Barquez, R.M.; Colombo, E.M.; Sandoval, J.D. (2016) *Intra-specific pelage color variation in a South American small rodent species*. *Brazilian Journal of Biology* **76(4)**. 1-11
- Sandoval, M.L.; Sandoval, J.D.; Colombo, E.M. (2016) *Objective measurement of Akodon budini dorsal coloration: methodological concerns*. *Anais da academia brasileira de ciencias* **88**, 489-502
- Santillán, J.E.; Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2013) *A statistical criterion to establish normal ranges for age in a CSF test*. *Optica Applicata* **XLIV(2)**, 213-225
- Silva, B.; Sfer, A.; D'Urso Villar, M.A.; Issolio, L.A.; Colombo, E.M. (2016) *Pupil dynamics with periodic flashes: effect of age on mesopic adaptation*. *Journal of the Optical Society of America A* **33(7)**, 1546-1552