

Ergonomía Verde: Factores humanos en la iluminación natural sustentable.

Rodriguez, Roberto Germán^{1,2}, Lasagno Cecilia Marta¹, Monteoliva, Juan Manuel¹, Yamin Garretón, Julieta¹; Pattini, Andrea Elvira¹

¹ Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) – CCT CONICET Mendoza – Mendoza, Argentina – rrodriguez@mendoza-conicet.gob.ar

² Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Universidad de Mendoza – Mendoza, Argentina

Resumen: El desarrollo sustentable es aquel que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Bajo este marco conceptual, los autores posicionan a los factores humanos como una disciplina clave para lograr el necesario balance entre capital económico, social y natural. A la vez que se definen los alcances y objetivos de la Ergonomía Verde (del inglés *Green Ergonomics*), se presentan los aportes específicos de la línea de investigación de iluminación natural sustentable (INAHE – CONICET) para lograr entornos construidos verdes en términos de condiciones ambientales y consumo de energía, y a la vez ergonómicamente diseñados para permitir el desempeño eficaz y eficiente de la actividad humana (oficinas, escuelas, espacios de transición) con confort, salud, y seguridad. Se describen los resultados de la investigación en: (i) Predicción y prevención de deslumbramiento psicológico: Indicador Grado de Apertura Ocular, sensibilidad al deslumbramiento, enfoque epidemiológico, (ii) Iluminación natural en la actividad humana: Efectos en la cognición humana, envejecimiento normal del sistema visual, rendimiento visual, modelado y accesibilidad visual; (iii) Aportes metodológicos: simulación y métricas dinámicas, aplicaciones para dispositivos móviles, seguidor de ojos de bajo costo.

Abstract: Sustainable development is defined as the one that meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Under this theoretical framework, the authors position 'human factors' as a key discipline to achieve the necessary balance between economic, social and natural capital. While the scope and objectives of Green Ergonomics are defined, the specific contributions within our research line in sustainable natural lighting (INAHE - CONICET) are presented. Our research aims to achieve green built environments in terms of their environmental factors and energy consumption, and at the same time ergonomically designed to allow an efficient and effective work performance (in offices, schools, transitional spaces) along with comfort, health, and safety. The results of our research are

described for different lines of work: (i) Prediction and prevention of psychological glare: Degree of Eye Opening Indicator, glare sensitivity, and the epidemiological approach, (ii) Natural lighting and human performance: Effects on human cognition, normal aging of the visual system, visual performance, modeling, and visual accessibility; (iii) Methodological contributions: dynamic simulation and metrics, mobile devices apps, low cost eye tracker.

Palabras clave: Ergonomía – Sustentabilidad – Iluminación Natural

I. INTRODUCCION

El nacimiento de la Ergonomía moderna data de julio de 1949, con la creación de la *Ergonomics Research Society*, fundada por ingenieros, fisiólogos y psicólogos británicos con el fin de "adaptar el trabajo al hombre". A partir de las palabras griegas *ergon* y *nomos*, que significan trabajo y ley respectivamente, Murrell acuñó el término "Ergonomía" para distinguir un conjunto de estudios emprendidos entre 1920 y 1948 referidos principalmente a algunos aspectos de la anatomía, fisiología y psicología experimental cuyo fin era relacionar al ser humano con una situación de trabajo [1]. Durante sus casi 70 años de existencia la Ergonomía ha evolucionado conceptual y metodológicamente, ampliando sus alcances, objetivos y campo de aplicación. Son variadas las definiciones de Ergonomía que hoy pueden encontrarse en manuales de estudio, revelando a través de sus matices la interdisciplinariedad intrínseca de este campo de conocimiento. Sin embargo, en todas ellas subyacen dos principios fundamentales: la *visión antropocéntrica* y el *enfoque sistémico*, que evidencian el grado de maduración alcanzado por esta disciplina. La luminotecnia ha encontrado en la Ergonomía en general, y en particular en las Ergonomías Ambiental y Visual, un input teórico y herramientas metodológicas para el diseño y evaluación de ambientes visuales laborales adecuados a las

capacidades y limitaciones de la visión humana, coadyuvando al desarrollo de la actividad laboral en forma eficaz, eficiente y con confort. Sin embargo, satisfacer sólo los requerimientos visuales resulta en escenarios de iluminación que Boyce [2] define como indiferentes. Es necesario atender también a canales no visuales de la iluminación [3, 4]—factores de tipo psicológico y fisiológico— para alcanzar una iluminación de buena calidad, que impacte positivamente en el consumo energético, el desempeño laboral y la salud humana. El presente artículo posiciona a la luz natural como una fuente de iluminación adecuada para satisfacer los requerimientos de funcionalidad visual, ahorro energético y salubridad propios de una iluminación de buena calidad y a la ergonomía como una disciplina clave para lograr el necesario equilibrio entre estos requerimientos.

II. ERGONOMÍA Y SUSTENTABILIDAD

Uno de los mayores desafíos que actualmente enfrenta la humanidad se relaciona con la degradación ambiental, el sobreuso de recursos limitados y el cambio climático [5]. Las potenciales consecuencias para la vida en nuestro planeta están impulsando un cambio de paradigma en cuanto a cómo vivimos, trabajamos y consumimos y exigen acciones para prevenir y mitigar el daño causado, propiciando un desarrollo sustentable. La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo en su Informe [6] define al desarrollo sustentable como aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

La necesidad de ampliar la visión de la Ergonomía para incluir de manera más directa aspectos de sustentabilidad ha sido postulada por varios autores desde última década del siglo XX [7], y ha suscitado un mayor interés desde la primera década de nuestro siglo, a partir de los desarrollos de la Eco-Ergonomía [8]; ergonomía verde [9]; Factores humanos y Sostenibilidad [10]; y Ergoecología [11]. Desde distintas perspectivas, estos autores argumentan que existen paralelismos significativos entre la agenda “verde” y los objetivos de la Ergonomía. A pesar de esta aparente dispersión conceptual se destaca una fuerte voluntad de aportar interdisciplinariamente con métodos y conocimientos ergonómicos para encontrar soluciones a los problemas ambientales, desde una perspectiva sistémica. En una revisión exhaustiva de 696 documentos publicados entre 1996 y 2013, Saravia-Pinilla y colaboradores [12] encontraron que el 61.6% de los mismos representaron desarrollos conceptuales de ergonomía verde, mientras que el restante 38.4% se refirieron a aspectos metodológicos de aplicación. Se hace evidente el actual estadio germinal de la ergonomía verde, algo disociada de la praxis, en busca del rol que pueda jugar en la reducción de impactos ambientales negativos. Tal como es definida, el campo de acción de este conjunto de iniciativas que constituyen la Ergonomía Verde es muy amplio [9]. De este amplio

espectro, en la próxima sección presentaremos algunos aspectos del rol que la ergonomía puede jugar en mejorar la calidad del entorno construido sustentable para los ocupantes, a partir de los resultados de nuestras investigaciones sobre el impacto del factor ambiental iluminación natural en el confort, salud y rendimiento humanos.

El 23 de Mayo de 2007, la población mundial pasó a ser más urbana que rural, y se estima que esta proporción seguirá creciendo [13]. En promedio, tanto para países industrializados como en desarrollo, las personas pasan entre el 80-90% del tiempo dentro de espacios construidos [14, 15] que necesitan ser calefaccionados, refrigerados, ventilados e iluminados, lo cual requiere del uso de energía. En particular los edificios del sector servicios requieren proporcionalmente más energía que en acondicionamiento ambiental que aquellos del sector residencial. En ese sentido, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático [16] destacó que una significativa mitigación en el consumo energético puede lograrse con mejores diseños edilicios y que el mayor potencial de ganancia se ubica en los países en desarrollo. Sin embargo, requerimientos de sustentabilidad pueden entrar en conflicto con aspectos ergonómicos de calidad ambiental interior. Por ejemplo, la introducción de luz solar sin un adecuado control puede falta de confort visual y térmico en los ocupantes. Y es allí donde la ergonomía está en posición de jugar un rol clave en el diseño sustentable de ambientes interiores.

III. ILUMINACIÓN NATURAL ERGONÓMICA Y SUSTENTABLE

La iluminación natural mejora el rendimiento visual debido a una mejor reproducción del color por ejemplo para tareas que requieren un agudo juzgamiento del mismo. Ésta asegura altos niveles disponibles sin embargo su uso descontrolado puede ocasionar falta de confort visual por deslumbramiento y distracción, y puede reducir el rendimiento visual debido a reflexiones de velo y sombras. Lo cual se traduce en acciones que tienden a bloquear o reducir el ingreso de luz natural [17]. Acciones que se repiten ante una inaceptable pérdida de privacidad o un exceso de distracciones.

La luz natural afecta no solo las tareas visuales sino las tareas no visuales dado que también regula el sistema circadiano, responsable de establecer una representación interna del día y la noche. Para evitar estas interrupciones, son necesarias exposiciones a altos niveles de luz durante el día y bajos niveles durante la noche. Los efectos circadianos de la iluminación es un tópico de investigación y desarrollo relativamente reciente.

En cuanto a las preferencias, la iluminación natural es más valorada [18]. La presencia de ventanas que proveen visión al exterior y permiten el ingreso de luz natural puede reducir el estrés. Psicológicamente la luz natural y la vista al exterior es muy deseada. Si la vista al exterior es importante, las ventanas son

mejores que los lucernarios, el vidrio claro es mejor que el esmerilado y las cortinas translúcidas son mejores que opacas. Según Boyce (2002), la asociación entre ventanas y paisaje exterior es la primera razón por la cual las ventanas son inherentemente superiores a la luz eléctrica [19], en base a la hipótesis de la biofilia, es decir la necesidad innata del ser humano de estar en contacto con la naturaleza.

En la práctica, cuestiones económicas en relación a montos de inversión, su amortización y tasa interna de retorno es una barrera para la implementación de soluciones ergonómicas en el sector productivo. Según Lee (2005), los profesionales de la ergonomía no han sabido *vender* la disciplina a las gerencias [20]. Es por ello que los autores de este artículo promueven el enfoque económico propuesto por Boyce [19] para alentar el uso de la iluminación natural como fuente primaria de iluminación, desde un punto financiero directo o indirecto, a través de la revisión del impacto económico que su uso ocasiona.

En resumen puede decirse que *la gente ama la luz natural pero no incondicionalmente*. Los potenciales beneficios económicos, energéticos y ergonómicos que esta fuente de iluminación posee en relación a la luz artificial, dependen de cómo éstas son entregadas a los usuarios. Desde la línea de investigación de iluminación natural sustentable del INAHE – CCT Mendoza CONICET se han producido avances para lograr entornos luminosos sustentables y ergonómicos:

Predicción y prevención de deslumbramiento psicológico: Se trabajó desde dos abordajes: (i) Mejorar los modelos de deslumbramiento a partir de la inclusión de nuevos factores que pudieran afectar a la sensación de deslumbramiento, realizándose experimentos que demostraron efectos de la temperatura ambiental interior [21] y de la sensibilidad al deslumbramiento [22] en la sensación de deslumbramiento; y (ii) mejorar los métodos de predicción existentes, lográndose cuantificar el deslumbramiento a partir de la respuesta fisiológica del organismo -cambios en el tamaño de apertura ocular- a los cambios lumínicos [23]. Este método que se denominó "Grado de Apertura Ocular", tiene alto poder de diagnóstico y validez y requiere de equipamiento de medición de bajo costo. En esta misma línea de trabajo, se propuso una aproximación original: considerar a los métodos de predicción de deslumbramiento como pruebas diagnósticas en el sentido médico del término. Esto permitió extender métodos de análisis propios de la epidemiología para desarrollar un método general de evaluación de certeza diagnóstica de modelos de deslumbramiento y para seleccionar el umbral de deslumbramiento óptimo según necesidades diagnósticas específicas [24].

Iluminación Natural en la actividad humana: Se trabajó de manera interdisciplinaria en relación a la influencia de la luz natural en la cognición humana en dos ámbitos de alta demanda visual y cognitiva: oficinas y escuelas [25]. El estado de avance de los estudios orientados a oficinas muestra evidencia de

que la presencia de luz solar sin controlar en el campo visual de los trabajadores disminuye su rendimiento cognitivo durante el trabajo con computadoras. Se observa una asociación entre el deslumbramiento psicológico, la atención y la capacidad de memoria de trabajo [26,27]. En cuanto a edificios escolares, se ha informado una estrecha relación entre el desempeño atencional y la iluminación natural en escolares [28, 29]. Además, se trabajó en el rendimiento visual, modelado y accesibilidad visual para sistemas visuales jóvenes y normalmente envejecidos, la influencia del clima luminoso en el uso de los espacios de transición y sus implicancias en el desarrollo de las actividades diarias [30,31,32].

Aportes metodológicos: Se abordó una de las causas que desalientan a los proyectistas a buscar soluciones energéticamente eficientes que potencien el uso de la luz natural para iluminar espacios interiores: la ausencia de herramientas de precisión para cuantificar la cantidad de luz que ingresa a un edificio, condición indispensable para diseñar estrategias de iluminación natural eficientes adaptadas a la región [33]. En consecuencia, se desarrolló un herramienta de predicción (AppUDI) sencilla y aplicable por profesionales en entornos reales, con la precisión y validez de las simulaciones dinámicas en un software de uso intuitivo. Esta aplicación se basa en un modelo simplificado de iluminancia natural útil (UDI 100-2000lx) a partir de conocer el área y orientación de la ventana para locales perimetrales individuales en climas soleados [34, 35]. El siguiente desarrollo surgió del análisis del marco legal y normativo Argentino en iluminación, desarrollándose la aplicación PC-SRT para dispositivos móviles Android. Dentro de un marco metodológico de evaluación post-ocupacional, este desarrollo tecnológico permite el relevamiento integral del factor ambiental iluminación tanto natural como artificial. En su aplicación en campo, la aplicación móvil PC-SRT mostró una buena usabilidad. Al mismo tiempo, permitió profundizar en el diagnóstico y análisis de las condiciones de iluminación en los espacios de trabajo a través de la incorporación de nuevos indicadores y metodologías ya incluidas en normativas internacionales [36, 37].

IV. CONSIDERACIONES FINALES

Al revisar los alcances y objetivos de la Ergonomía Verde los autores destacan que ésta área de reciente interés por parte de la Ergonomía se encuentra en un proceso de maduración teórica. La Ergonomía suele ser asociada con el sentido común [38], lo que posiciona al especialista en ergonomía, cualquiera sea su área de incumbencia, como una suerte de *apostol* del sentido común, capaz de intervenir en cualquier contexto donde haya personas realizando una actividad. Y la sustentabilidad no ha sido la excepción de esta búsqueda de la ergonomía de intervenir y aportar desde su particular visión interdisciplinaria, antropocéntrica y sistémica. Desde el INAHE se ha realizado el camino inverso: Primero se realizaron

investigaciones e intervenciones en campo para luego reflexionar e intentar enmarcar conceptualmente esas acciones. Este artículo es el resultado de esa posterior búsqueda teórica. Aceptando el paralelismo entre los objetivos de la sustentabilidad y los intereses de la ergonomía, los autores presentaron los aportes específicos de la línea de investigación de iluminación natural sustentable (INAHE – CONICET) para lograr entornos iluminados con luz natural verdes en términos de sustentabilidad y consumo de energía, y a la vez ergonómicos al considerar las capacidades, limitaciones y preferencias de sus ocupantes.

V. REFERENCIAS

- [1] Murrell K. (2012). *Ergonomics: Man in his working environment*. Springer Science & Business media. ISBN: 9400958781
- [2] Boyce P. (2003) *Lighting quality for all*
- [3] Gligor V. (2004). *Luminous environment and productivity at workplaces*. Tesis Licentura, Helsinki University of Technology, Espoo.
- [4] Monteoliva J.M., Rodríguez R., Pattini A, Ison M. (2012). *Daylighting and Cognition. Experimental Studies on Working Memory and Attention in clerical and educational context. Experiencing Light 2012*. Eindhoven, Países Bajos.
- [5] Stern N. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change*. London: HM Treasury.
- [6] Brundlandt G.H. (1987). *Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press.
- [7] Moray N. (1995). *Ergonomics and the global problems of the twenty-first century*. *Ergonomics*, 38(8): 1691-1707.
- [8] Brown C. (2007). *Eco-ergonomics. Proceedings of the New Zealand Ergonomics Society Conference 2007*. Waiheke Island.
- [9] Thatcher A. (2013). *Green ergonomics: definition and scope*. *Ergonomics*, 56(3): 389-398.
- [10] Zink K.J., Fischer K. (2013). *Do we need sustainability as a new approach in human factors and ergonomics?* *Ergonomics*, 56(3): 348-356.
- [11] García-Acosta G., Saravia M.H., Riba C. (2012). *Ergoecology: evolution and challenges*. *Work*, 41(1): 2133-2140.
- [12] Saravia-Pinilla M.H., Daza-Beltrán C., García-Acosta G. (2016). *A comprehensive approach to environmental and human factors into product/service design and development. A review from an ergoecological perspective*. *Applied ergonomics*, 57: 62-71.
- [13] Hanlon M. (2007). *World population becomes more urban than rural*, accedido el 2/10/2017 en <http://www.gizmag.com/go/7334/>
- [14] Klepeis N.E., Nelson W.C., Ott W.R., Robinson J.P., Tsang A.M., Behar J.V., Hern S.C., Engelmann W.H. (2001). *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A resource for assessing exposure to environmental pollutants*. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 11: 231-252.
- [15] Schweizer C., Edwards R.D., Bayer-Oglesby L., Gauderman W.J., Ilacqua V., Jantunen M.J. (2007). *Indoor time microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe*. *J. Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 17(2): 170-181.
- [16] Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate change 2007 – the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC*. New York: Cambridge University Press.
- [17] Maniccia D., Rutledge B., Rea M.S., Morrow W. (1999). *Occupant use of manual lighting controls in private offices*. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 28: 42-56.
- [18] Galasiu A.D., Veitch J.A. (2006). *Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review*. *Energy and Buildings*, 38(7): 728-742.
- [19] Boyce P, Hunter C, Howlett O. (2003). *The benefits of daylight through windows*. Troy, New York: Rensselaer Polytechnic Institute.
- [20] Lee .S. (2005). *Ergonomics in total quality management: How can we sell ergonomics to management?*. *Ergonomics*, 48(5): 547-558.
- [21] Yamin J., Rodríguez R. & Pattini A. (2016). *Effects of perceived indoor temperature on daylight glare perception*. *Building Research and Information* 44(8): 907-929.
- [22] Rodríguez R. & Pattini A. (2014). *Experimental study on discomfort glare tolerance from a large area source in Visual Display Terminal work*. *Lighting Research and Technology* 46(2):157-170.
- [23] Yamin J., Rodríguez R., Ruiz A., Pattini A. (2015). *Degree of eye opening: A new discomfort glare indicator*. *Building and Environment* 88: 142-150.
- [24] Rodríguez R., Yamin J. & Pattini A. (2017). *An epidemiological approach to daylight discomfort glare*. *Building and Environment* 113: 39-48.
- [25] Monteoliva J.M.; Rodríguez R., Pattini A., Ison M. (2012). *Daylighting and Cognition. Experimental Studies on Working Memory and Attention in clerical and educational context. Experiencing Light 2012*. Eindhoven, Países Bajos.
- [26] Rodríguez R. & Pattini A. (2012). *Effects of a large area glare source in cognitive efficiency and effectiveness in Visual Display Terminal work*. *Leukos* 8(4): 283-299.
- [27] Rodríguez R., Yamin J. & Pattini A. (2016). *Glare and cognitive performance in screen work in presence of sunlight*. *Lighting Research and Technology* 48:221-238.
- [28] Monteoliva J.M.; Ison M.S. & Pattini, A. (2014). *Evaluación del desempeño atencional en niños: Eficacia, eficiencia y rendimiento*. *Interdisciplinaria [online]*, 31(2): 213-225.
- [29] Monteoliva J.M., Korzeniowski C.G., Ison M.S., Santillán J., Pattini A. (2016). *Estudio del desempeño atencional en niños en aulas con diferentes acondicionamientos lumínicos*. *Revista CES Psicología*, 16(9): 68 - 80.
- [30] Lasagno C., Issolio L., Pattini A., Colombo E. (2014). *Transitional spaces from exterior to interior as functional vision barriers in aging*. *Lighting Research and Technology*, 46(6): 706-715.
- [31] Lasagno C., Pattini A., Rodríguez R., Colombo E. (2011). *Developing a Modelling Factor Index for Transition Spaces: A Case Study Approach*. *Architectural Science Review*; 54: 215 – 224.
- [32] Lasagno C., Colombo E., Pattini A. (2017). *Ergonomía ambiental y accesibilidad visual diurna*

de una escalinata. Caso de estudio. II Congreso Iberoamericano de Ergonomía. Montevideo, Uruguay.

- [33] Monteoliva J.M., Villalba A., Pattini A. (2015). Variability in dynamic daylight simulation in clear sky conditions according to selected weather file: Satellite data and land-based station data. *Lighting Research and Technology*
- [34] Monteoliva J. M., Villalba A., Aceña A., Pattini A. (2016). Modelo simplificado para el cálculo de iluminancia por luz natural útil (UDI) en espacios individuales perimetrales de cielos claros. Caso de estudio: Mendoza, Argentina. *Hábitat Sustentable*, 6(1): 50-59.
- [35] Aceña A., Monteoliva J.M., Villalba A. (2016). App UD11.0. Derecho de autor de producciones tecnológicas. Bien de consumo final o su/s componente/s. (Software).
- [36] Rodríguez R, Monteoliva JM, Dumit C, Pattini A (2017). Desarrollo de una aplicación de dispositivos móviles para la medición de iluminación en espacios de trabajo. II Congreso Iberoamericano de Ergonomía. Montevideo, Uruguay.
- [37] Monteoliva J.M., Rodríguez R., Pattini A. (2015). Protocolo SRT. Derecho de autor de producciones tecnológicas. Bien de consumo final o su/s componente/s. (Software).
- [38] Sanders M.S., McCormick E.J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*, 7th ed. (New York: McGraw-Hill).

Andrea Pattini: Diseñadora Industrial, egresado en 1985 de la FAD-UNCuyo. Es doctora en Luz y Visión por la UNTucumán (2007). Es Investigadora Principal de CONICET y directora del INAHE. Es co-directora académica de la Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (UTN-FRM). Asimismo, directora de tesis de posgrado, docente y miembro del comité académico de la Maestría de Diseño para los Desarrollos Regionales (FAD-UNCuyo). Es docente en Iluminación Natural (UNT, UTN, UChile, UNLP, UNCA) y autora de diversas publicaciones nacionales e internacionales con referato, capítulos de libros y un libro en iluminación natural.

VI. BIOGRAFIAS

Roberto G. Rodríguez: Diseñador Industrial, egresado en 2003 de la Facultad de Artes y Diseño de la UNCuyo (FAD). Es doctor en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) (2012). Investigador Asistente de CONICET INAHE – CCT Mendoza y docente en la cátedra Ergonomía Aplicada al Diseño (FAUD - Universidad de Mendoza). Es autor de diversas publicaciones nacionales e internacionales con referato.

Cecilia M. Lasagno: Diseñadora Industrial, egresada en 2003 de la Facultad de Artes y Diseño (FAD) de la UNCuyo. Es doctora en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente de la UNT (2014). Investigadora Asistente de CONICET en el INAHE y docente de Materiales y Procesos en la FAD-UNCuyo). Es autora de diversas publicaciones nacionales e internacionales con referato.

Juan Manuel Monteoliva: Diseñador Industrial, egresado en 2010 de la FAD-UNCuyo. Es doctor en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente por la UNT (2014). Becario Posdoctoral de CONICET en el INAHE y docente de las cátedras de Legislación Industrial y Diseño de Productos para la Iluminación (FAD-UNCuyo). Es autor de diversas publicaciones nacionales e internacionales con referato.

Julieta Yamin Garretón: Diseñadora Industrial, egresada en 2010 de la FAD-UNCuyo. Es doctora en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente por la UNT (2016). Becaria Posdoctoral de CONICET en el INAHE y autora de diversas publicaciones nacionales e internacionales con referato.