

# Perspectivas de las neurociencias y sus aplicaciones en las organizaciones

## Insights from neuroscience and its applications in organizations

Iván Alonso Montoya-Restrepo & Luz Alexandra Montoya-Restrepo

Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Minas, Medellín, Colombia. iamontoyar@unal.edu.co, lamontoyar@unal.edu.co

*"Tu cerebro define quién eres, cómo procesas el mundo que te rodea y cómo respondes a los estímulos. Procesos como enamorarse de alguien, reconocerse a sí mismo, recordar un lugar por su olfato, tolerar el dolor e incluso reparar una fractura. Todos los corazones tienen lugar dentro del cerebro, gracias a la hormonas que segrega y los pensamientos que genera"*

*Fundación Innovación Bankinter (2021)*

### 1. Introducción

El avance en el estudio de las neurociencias ha sido uno de los progresos más importantes para el impulso de muchos campos de conocimiento. Poder entender el procesamiento del cerebro humano ha aportado no solo en las ciencias de la salud, sino también en prácticamente todas las áreas de la realidad humana. El estudio del sistema nervioso, gracias a los avances del último siglo, permite analizar desde las células nerviosas, las redes y su estructura, cómo reconocer en la actualidad aspectos que antes tan solo se podían deducir como la atención, el razonamiento, el afecto, la emoción la motivación, el aprendizaje, la memoria y la percepción como importantes temas de desempeño [1].

El estudio de la ciencia del cerebro ha implicado un trabajo cooperativo entre varias disciplinas que relacionan la genética, la fisiología, la psicología, la química, farmacología, algunas ingenierías, sistemas de cómputo, entre otras [2].

La neurociencia, entonces, se puede definir como el estudio del desarrollo, estructura y funcionamiento del sistema nervioso; esta ciencia se nutre de muchas más, al analizar lo afectivo y lo comportamental a través de las

estructuras y sus relaciones, lo cual puede verse en la Fig. 1.

En este sentido, se pone de manifiesto que la neurociencia genera información valiosa sobre los mecanismos neuronales y las respuestas de emoción, recompensa, memoria, la motivación y sistemas de evitación, la atención y los procesos de tomas de decisiones, que son fundamentales para entender el comportamiento de las personas, sus momentos afectivos y sociales [4].

El potencial de aplicación del desarrollo de las neurociencias abarca todos los campos de desarrollo humano. Se presentan algunos de ellos a continuación:

1. Medicina: el principal y mayor uso para el entendimiento de los problemas del cerebro y de su sistema, así como la predicción y manejo de enfermedades de este.
2. Psiquiatría y psicología: derivado del campo médico, el principal uso de los conocimientos y la tecnología es mejorar la calidad de vida de las personas, gracias a los desarrollos de las neurociencias. Los procesos de neuro *feedback* analizan el rendimiento para entrenar el cerebro, mejorando la concentración, la memoria, la creatividad o la reducción de ansiedad y el tratamiento de enfermedades.

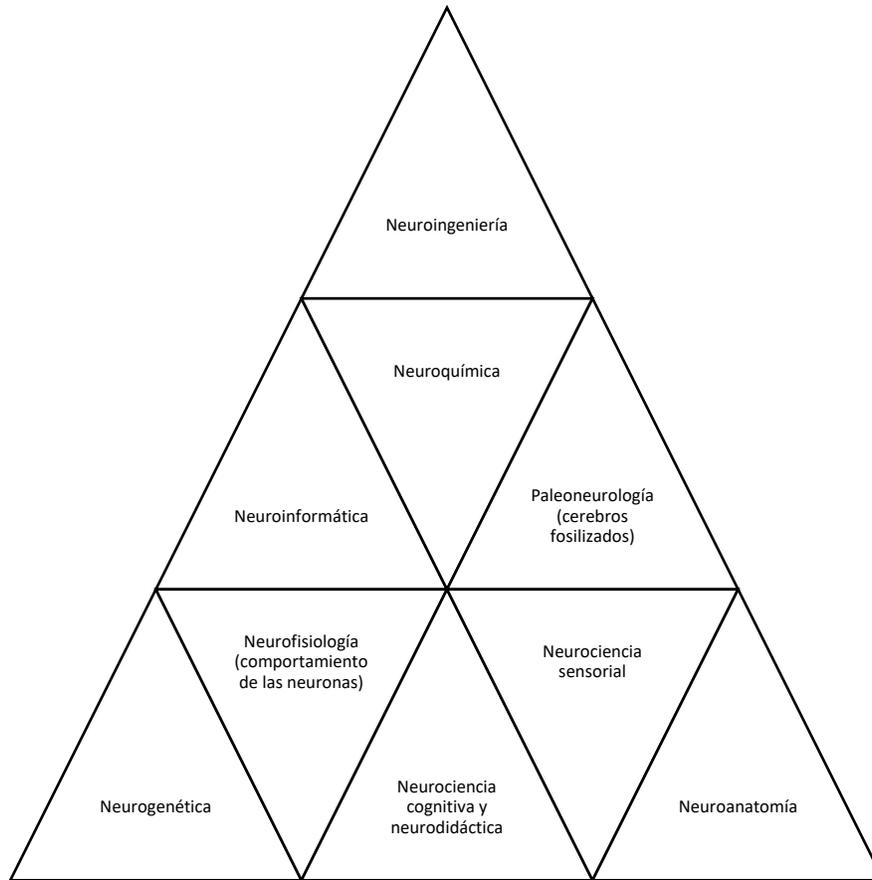


Figura 1.  
Área de desarrollo de las neurociencias.  
Fuente: desarrollo propio a partir de NICHD, 2019 [3].

1. Arte y arquitectura: la aplicación en este campo de estudio posibilita la mejor adaptación al espacio, análisis de formas y agrupamientos y percepción del bienestar a partir de las simetrías y figuras. La neuro arquitectura [5] busca entender las emociones que generan los espacios y el arte al encontrar sus efectos en el pensamiento. Entre los principales temas se encuentran la importancia del equilibrio térmico, la inclusión de naturaleza (para producir melanina), relajación con fragancias naturales, el impacto de los colores y los ángulos y la toma de datos favorecida por los procesos de *big data* para su análisis [6]. Así como en el neuro diseño de muebles, instrumentos y artefactos de la vida diaria, en este campo también se encuentra la neuro ergonomía [7,8].
2. Filosofía, sociología, y política: se posibilita la comprensión sobre la forma de pensamiento y las interacciones que se atribuyen a las respuestas emocionales y los efectos de la neurona espejo (las neuronas que reflejan relaciones de empatía), la solidaridad y el aprendizaje. El comportamiento social de las personas y su interacción [9].
3. En el derecho (neuro derecho) [10] y seguridad ciudadana: el reconocimiento de las intenciones del cerebro, los patrones en el comportamiento, los procesos de toma de decisiones, en especial en temas de delitos y desequilibrios neuroquímicos [11].
4. Industria militar: se evidencia que ha sido vital para reconocer los tiempos de respuesta, de toma de decisiones, la evaluación del estrés, el impacto del descanso, las interacciones y la relación entre pares y sus contrincantes.
5. En el campo de las ciencias económicas (neuro economía): se busca comprender y predecir comportamientos financieros, económicos y su significado psicológico, elementos como la predisposición o la aversión al riesgo, los motivadores, la ansiedad o la inmediatez. Se encuentran trabajos en decisiones financieras [12], finanzas personales, decisiones de inversión, diseño de experimentos y riesgo financiero entre otros, como también deducir el papel de la volatilidad de los mercados y el impacto de las acciones de los consumidores sobre ellos, en especial al reconocer que las decisiones no siempre son racionales y más bien se dejan llevar por lo emocional, lo que no siempre es ni lo más lógico ni lo mejor para el modelo económico [13,14]. Se encuentran estudios, por ejemplo, en la conceptualización de la moneda, con la combinación del neuro diseño, la realidad virtual y

gracias a las tecnologías de IA surge el proyecto *Neuro cash*, desarrollado entre el Banco de España y el Laboratorio de Neuro tecnologías Inmersivas (LENI), del Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería [15] para el desarrollo de una nueva moneda y el entendimiento de lo que esto representa.

6. En la enseñanza y la pedagogía se encuentran aplicaciones en neuro educación, que promueven mejorar los procesos de aprendizaje, la importancia de las emociones en estos procesos, que posibiliten que las personas aprendan más rápido, motivadas y con mayor recordación. Con los procesos de aprendizaje también están los de juego [16], que permiten la interacción y, por esto, temas de diagnóstico, diseño y gestión de juegos comerciales o de desarrollo cognitivo (*neuro gaming*) [17,18].
7. Las aplicaciones de tecnología basadas en los estudios de neurociencias también son una oportunidad de desarrollo, con las que se busca mejorar la aceptación, la adecuación y la capacidad de utilización de estas. La neuro tecnología y la neuro ingeniería proponen transformar la salud cerebral y la medicina del futuro, a través de la implementación y desarrollo de conceptos, conocimiento, dispositivos y soluciones para las personas. Con los actuales desarrollos tecnológicos en redes, robótica, comunicaciones, esta es una de las áreas con mayor posibilidad de desarrollo [19].

Las neurociencias también aportan a las organizaciones desde su gestión del talento humano, en temas tan específicos como el diagnóstico y tratamiento del síndrome del trabajador quemado (*burnout*), el *coaching* empresarial o deportivo (con mecanismos de motivación, de recompensa y de liderazgo), por medio de la percepción de su realidad. También es utilizado para realizar entrevistas biométricas de trabajo y selección de empleados en las organizaciones [20,21,22]. Y es especialmente en las organizaciones en donde se aplican los avances de las neurociencias; algunos de ellos son:

Neuro liderazgo [23] y toma de decisiones empresariales. Se explora el desarrollo del liderazgo organizacional, como parte de la neurociencia cognitiva social para entender y fomentar estas habilidades [24], la búsqueda del bienestar y la felicidad en el trabajo, la capacidad de persuasión y motivación y mejorar los rendimientos de los equipos [25]. Así también, la neuro planeación, encontrando los elementos de la anticipación y la adaptación a fracturaciones del entorno [26].

Como puede verse, las neurociencias se aplican en la planeación y diseño de plantas y oficinas, así como de tiendas y almacenes o bodegas, en las finanzas desde los modelos de neuroeconomía, en la gestión humana en procesos de selección, capacitación e incluso de desvinculación, y en el mercadeo y comunicación organizacional.

También aportan en las otras áreas de la gestión organizacional. En *neuromarketing* se encuentra uno de los campos de aplicación más desarrollado, el cual se apoya en los estímulos de la mezcla de marketing en el consumidor y su mercado, así como investigaciones de mercado, diseño de experiencias, diseño de productos buscando respuestas emocionales y minimización de los sesgos cognitivos. Los

avances en las neurociencias han sido muy útiles para entender los procesos en el consumidor, que pueden verse en la Tabla 1.

Con este recorrido histórico puede verse cómo el *neuromarketing*, fundamentado en neurociencias [49] y psicología del consumidor [50] y gracias a los aportes de Smidts [51], busca resolver problemas de entendimiento del consumidor [52], lo cual ha posibilitado entender la toma de decisiones como un proceso automático y emocional, encontrar *insights* y desarrollar la inteligencia de negocios [53]. Gracias a las neurociencias hoy es posible analizar el impacto de los anuncios y generar estrategias que solucionen las necesidades de los clientes [54,55] y reconocer que aproximadamente el 90% de la información se procesa inconscientemente en el cerebro humano [56] y con esto se toman las decisiones en segundos.

Las potencialidades en *marketing* abarcan todas las áreas de desarrollo de este:

1. Salud y percepción de marca.
2. Neuro *shopper* o neuro venta, como experiencia de compra.
3. Neuro empaque y test de productos [57].
4. Diseño estratégico.
5. Neuro concepto y desarrollo de neuro experiencias.
6. Usabilidad.
7. Tracking publicitario, publicidad y percepción de los mensajes- Neuro *advertising* [58].
8. Diseño y desarrollo de sitios web basados en fundamentos de *neuromarketing*.
9. Relación con el cliente.
10. Comunicación, servicio y experiencia.
11. Confianza y la desconfianza del consumidor.
12. Test de campañas.
13. Comportamiento de compra.
14. Neuro precio y correlación con el servicio.
15. Diario del cliente y experiencia del usuario.
16. *Marketing* digital.
17. Autocontrol.
18. Persistencia.
19. Capacidad innovativa.
20. Independencia.
21. Cooperación.
22. Relevancia social y visual.
23. Tiempo de compra y toma de decisión.
24. Modelación de KPIs Key Performance Indicators (indicadores de desempeño).
25. Encontrabilidad.
26. Atractividad.
27. Evaluación de las micro decisiones no conscientes para formulación de árboles de compra.
28. Patrones de conducta subconsciente.
29. Análisis de reacción espontánea.
30. Técnicas de estrés (respuestas no pensadas).
31. Respuestas emocionales faciales.
32. Asociaciones implícitas.
33. Inteligencia cognitiva.
34. Entrevistas biométricas.
35. Neuro segmentación a través de la personalidad y los rasgos de inteligencia: inteligencia artificial, psicología y *machine learning*, entre otras.

Tabla 1.  
El desarrollo de ciencias y tecnología.

Décadas	Avances de las neurociencias y el marketing
1800-1900	Los avances de esta época se centran en el entendimiento de la transmisión de los estímulos y las respuestas fisiológicas, que permitieron establecer la base de futuros dispositivos de análisis. Luigi Galvani y Alessandro Volta encontraron electricidad en tejidos vivos, (bio electromagnetismo- neurofisiología) [27] y con ello la posibilidad de analizarlos. Emil du Bois-Reymond reconoce que la piel tiene electricidad y la transmite, y en 1888 Charles Féré, médico, reconoce los efectos emocionales en la electricidad humana. Se empiezan a correlacionar los efectos sentidos en el cuerpo con lo que sucede en su cerebro, es así como Cesare Lombroso (1895), encuentra una relación entre cambios en el sistema cardiovascular y la reacción fisiológica cuando una persona miente [28].
1900-1940	Desde 1900 se inició la creación de agencias de publicidad y se desarrolló el concepto de las grandes marcas, que se volverían multinacionales con el tiempo. En 1929, Hans Berger desarrolla el «electroencefalograma», en abreviatura EEG, para señalar el análisis de las fluctuaciones eléctricas en el cerebro captadas por electrodos [29]. En 1960, McCarthy formula las 4 p del mercadeo: producto, precio, plaza y promoción. Los avances de la Segunda Guerra Mundial permitieron el reconocimiento del <i>feedback</i> , las mejoras en las comunicaciones con el desarrollo del radar, el sonar, el ultrasonido, el desarrollo del internet, las computadoras electrónicas y, con ello, las aplicaciones que serían importantes para el desarrollo de sistemas de control y comunicación.
1950-1970	La década de 1960 posibilita el análisis transdisciplinar del cerebro, el sistema nervioso y el comportamiento [30], así como los análisis a nivel molecular, neuroanatómico, fisiológico y celular [31]. En la década de 1970 se populariza el uso del <i>eye tracking</i> , y Paul Ekman publica los estudios de expresión facial y comunicación no verbal [32].
Décadas 1970-1980	Libet, en 1980, mide las decisiones conscientes y los correlaciona con los movimientos voluntarios [33,34]. 1980 se caracteriza por ser la década de los fundamentos neurofisiológicos y las aplicaciones en las formas de comunicación de <i>marketing</i> [35]. Las grandes marcas inician campañas monumentales para demostrar su potencial, utilizando las posibilidades de comunicación masiva; la competencia entre las marcas muestra su mayor rivalidad. En esta década, el médico Antonio Damasio destaca el papel de las emociones en el proceso de toma de decisiones, señala cómo el cuerpo y la mente expresan emociones, estudiando las bases neurológicas que intervienen en la memoria, el lenguaje, y las decisiones [36].
Décadas 1990- 2000	La década del 90 es la llamada década del cerebro, los estudios se centraron en resolver los principales problemas de salud de este y entender cómo funcionaba a través de las redes y neurotransmisores; es la década del surgimiento de las investigaciones en todos los campos del conocimiento. Gracias a los avances neurológicos, tecnológicos y la disponibilidad de equipos. Es así como en 2002 el profesor Ale Smitds de la Universidad de Erasmus, en la ciudad de Rotterdam, publica por primera vez el concepto de <i>neuromarketing</i> para describir el uso de métodos de neuroimagen en el análisis de la toma de decisiones de mercadeo. En esta época ya está disponible el uso de la imagen de resonancia magnética (MRI) [37], y aunque se proponga este año como el inicio del término, sin duda existían investigaciones previas en comportamiento y en estudios de consumo [38].
2000 - hasta la actualidad	En 2007, Lee analiza con herramientas de <i>neuromarketing</i> las marcas comerciales y el comportamiento del consumidor con las mismas [39]. Esta década fue la del surgimiento de empresas e institutos comerciales para la implementación de las neurociencias en mercadeo; pueden destacarse grandes estudios realizados, entre ellos uno realizado entre el 2004 y el 2007, con más de 2.081 voluntarios de diversos países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Inglaterra y China, con un presupuesto estimado de 7 millones de dólares y el trabajo de expertos de varias universidades de diversos países para entender el impacto de los mensajes en las cajas de cigarrillos y evitar el consumo; se demostró que lejos de evitar el consumo a fumadores, los anuncios de enfermedades producidas por el consumo, producían ansiedad y mayor interés en fumar, al activarse el núcleo <i>accumbens</i> , conocido también como “el centro del ansia” [40]. Lindstrom también presentó en el 2003 un estudio que repite el famoso experimento del Pepsi <i>challenge</i> , una prueba a ciegas entre Coca-Cola y Pepsi, pero utilizando la resonancia magnética funcional; en este caso, también los participantes prefirieron como bebida a ciegas Pepsi, pero al mostrar la marca, Coca-Cola era preferida por un 75%, demostrando el poder de la marca (impactado por los procesos de toma de decisiones y comportamiento social). En el 2010, la portabilidad de los instrumentos facilitan sacarlos de los laboratorios a los almacenes, y en el 2012 se funda la Neuromarketing Business and Science Association (NMBSA) [41], para reunir los esfuerzos de los investigadores, en este mismo año se lleva a cabo el primer Neuromarketing World Forum, que reúne tecnologías e investigaciones. Arthmann & Li, 2017, encuentran la importancia entre la marca y la lealtad y la importancia de las respuestas no verbales [42]. La expansión de la investigación neurofisiológica se dio entre 2008-2016, desarrollando los conceptos de neuroimagen, en especial para anuncios, la memoria y la actitud [43]. Por su parte, Kahneman, en el 2011 publicó su libro de los dos sistemas, reconociendo un sistema asociativo, sincero, automático y emocional, en tanto un segundo sistema de pensamiento racional [44]. Venkatraman e investigadores proponen el uso del <i>neuromarketing</i> para el desarrollo de la marca [45]. Con el desarrollo tecnológico y las oportunidades de entendimiento del consumidor surgen las inquietudes éticas con respecto al uso de las tecnológicas, la competencia de los equipos con el sistema de la salud, la manipulación de la información y los consumidores, entre otras [46,47,48]. En la actualidad, los dispositivos son más portátiles, eficientes y pueden ser aplicados en prácticamente todas las áreas del desarrollo humano, en donde las emociones, los sentimientos, las decisiones puedan ser analizadas para entender mejor a las personas. Los retos, como se verá en el documento, se centran en la posibilidad no solo de analizar los comportamientos, sino en realizar una intervención sobre ellos.

Fuente: los autores.

## 2. Instrumentos y técnicas

Las técnicas de neurociencias pueden ser agrupadas de diferentes formas. En la Fig. 2 se distinguen entre invasivas y no invasivas, pero pueden también categorizarse de acuerdo con la sensibilidad, versatilidad, forma de valoración e incluso en el tiempo de respuesta [59-62]. Muchos de los equipos no fueron diseñados para la aplicación del neuromarketing y otras aplicaciones gerenciales, pero se han adaptado muy bien a cada una de las necesidades que ofrecen las investigaciones. Sin duda, se le debe a la medicina, a la biomedicina y a la ingeniería biomédica estos desarrollos que primero se hicieron para los procesos de diagnóstico y que hoy en día permiten un mejor entendimiento de los procesos sociales y comerciales en las empresas.

Yoon [63] y colaboradores proponen nuevos indicadores para que se puedan entender mejor los procesos de neurociencias, tales como cambios fisiológicos (hambre, estrés, influencia social) y neuronales [64], que podrán ser desarrollados con nuevos dispositivos.

Los avances tecnológicos facilitan el manejo de la

información y la calidad de esta; un ejemplo de ello son las aplicaciones recientes de Inteligencia Artificial y el aprendizaje automático que permiten el procesamiento, modelamiento e incluso predicción de las respuestas obtenidas [65]: la neuro detección (como recopilación, monitoreo o interpretación de la data) y neuro modulación (“escribe” datos cambiando la actividad eléctrica, la composición química y/o la estructura del sistema nervioso), o una combinación de ambos, con lo que las posibilidades se multiplican para mejorar las respuestas. Estas tecnologías deberán garantizar mayor precisión, transparencia (en cuanto a los objetivos de investigación), seguridad, mejora del bienestar, evitar lesiones o riesgos físicos o mentales y que mantengan los requisitos de intervención y supervisión humana, privacidad y respeto por la diversidad y la equidad (no discriminación) [66]. Algunos de estos nuevos desarrollos se han denominado tecnologías NBIC (nano-bio-info-cogno): nanotecnologías, biotecnologías, tecnologías de la información y ciencias cognitivas. Los avances siguen teniendo como reto central a abordar la problemática de la ética.

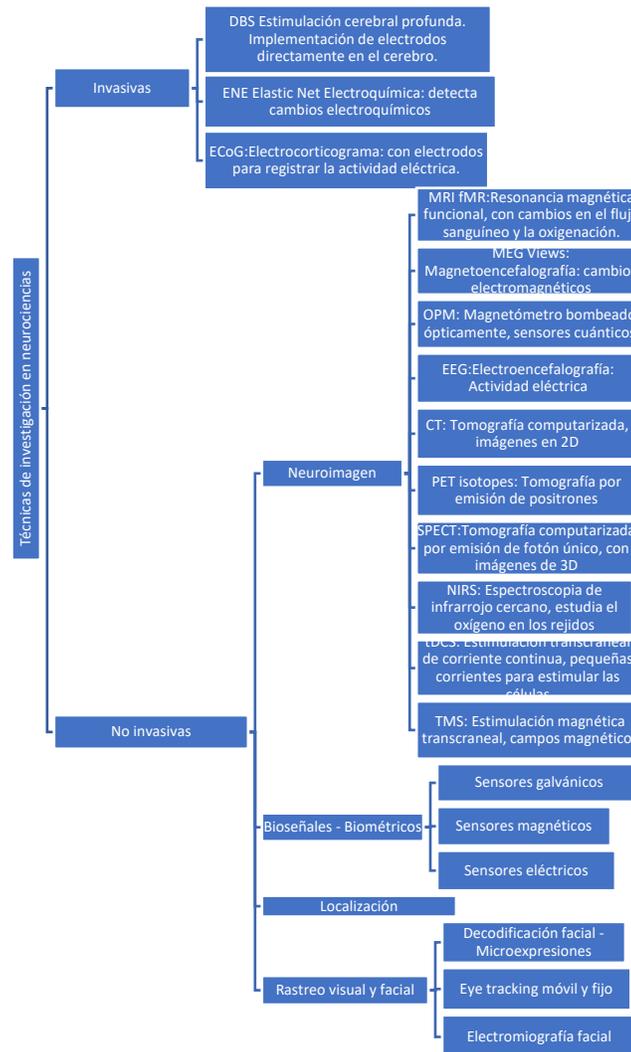


Figura 2. Principales técnicas de medición en las neurociencias aplicadas. Fuente: los autores

### 3. La neuroética

Uno de los aspectos más importante del uso de las neurociencias, y especialmente en las áreas de negocios, se relaciona con los componentes éticos, buscando evitar una posible manipulación, cambio de creencias o actitudes y la gestión de la información obtenida [67]. Es así como desde la bioética se busca proteger los derechos de empleados, usuarios o consumidores, para mantener la intimidad de las emociones [68], así como resguardar la autonomía, evitar condicionamientos de personalidad, intervenciones en salud, integridad física o mental, apoyo social y evitar la discriminación [69]. Además del uso de la información para, por ejemplo, el desarrollo de robots cognitivos o algoritmos de aprendizaje profundo [70] o la detección de señales sensoriales [71].

### 4. Retos futuros

Las neurociencias y sus aplicaciones [72], y en especial el neuromarketing, se ven inmersos en la tecnología, los avances en la comunicación [73], las redes y grandes posibilidades de desarrollo, los mundos virtuales como el metaverso [74], la idea del desarrollo de implantes, dispositivos infrarrojos [75] y tecnologías de la web [76].

Los temas de análisis se centran en el desarrollo de mejores redes sociales, animación, realidad virtual, deep learning, mejoramiento de las interfaces en los computadores y robots y, a la vez, propenden por el bienestar de las personas al favorecer las herramientas meta-analíticas que permiten superar el actual tamaño de las muestras y mejorar la reputación y la credibilidad de las técnicas [77], los retos y las posibilidades futuras pueden verse en la Fig. 3.



Figura 3. Posibilidades futuras de las neurociencias aplicadas en las organizaciones. Fuente: tendencias adaptadas del Instituto Mc Govern, 2023 [78].

Se reconoce que los retos son inmensos, tanto en el desarrollo de la ciencia, las técnicas y tecnologías, las aplicaciones de estas y la protección a los seres vivos. Estos avances centrados en el desarrollo de la ciencia y la capacidad de promover investigaciones de forma global promoverán que su comprensión y traducción sea rápida y efectiva, y que busque, como se espera, el bienestar social, fundamentado en las redes, la salud física, emocional, cognitiva y espiritual [79].

Finalmente, se invita a los usuarios y desarrolladores a pensar en el avance científico y tecnológico para el bienestar de las sociedades, y se propone a estudiantes, académicos, empresarios y gobernantes seguir con pautas éticas. Desde la Facultad de Minas se comparte el manifiesto de Ingeniería para la Vida [80], en donde se reconocen las limitaciones de la generación del conocimiento y se estima la incertidumbre, estableciendo que los sistemas son complejos; se distingue que las personas se deben al funcionamiento de la tierra, y que le son interdependientes con todos los sistemas vivos; se propende por la metacognición personal para reconocer, valorar y argumentar desde las escalas interconectadas (lo personal hasta lo territorial), y se insta a seguir trabajando con el lema de “trabajo y rectitud” que forjaron sus fundadores.

Sea este el motivo para felicitar a cada uno de los investigadores que aportan su trabajo a la sociedad y que en estos 90 años han difundido su conocimiento en la Revista DYNA.

## Referencias

- [1] NICHHD. [en línea]. Disponible en: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/neuro/informacion>
- [2] Fundación Innovación Bankinter, Euro innova, [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.euroinnova.edu.es/cuales-son-las-ramas-de-la-neurociencia>
- [3] NICHHD. [en línea]. Disponible en: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/neuro/informacion/areas>
- [4] CEPSCOLOGIA, [en línea]. Disponible en: <https://cepsicologia.com/neuropsicologia-patologias-formacion/>
- [5] Haidinger, K., and Koller, M., The value of consumer neuroscience research for contemporary marketing knowledge. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, art. 1214848, [online]. 2023. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2023.1214848/full>
- [6] Común-Rojas, G., Ramón-Vilcas, L.A., Rivera-López, C. del P., and Martel-Carranza, C., El neuromarketing del k-pop: ¿un arte que seduce a los adolescentes? *Innovación Empresarial*, 3(1), e21. 2023. DOI: <https://doi.org/10.37711/rcie.2023.3.1.21>
- [7] Fundación Innovación Bankinter. Acercar la neurociencia al día a día [en línea]. 2021. Disponible en: [https://www.fundacionbankinter.org/noticias/acercar-la-neurociencia-al-dia-a-dia/?\\_adin=0700636181\\_6/9](https://www.fundacionbankinter.org/noticias/acercar-la-neurociencia-al-dia-a-dia/?_adin=0700636181_6/9)
- [8] Vizioli-Libório, F.H., Araújo-Bortoleto, L., Inglesis-Barcellos, E.E., y Botura Jr, G., Neuroarquitectura y Diseño en la oficina en casa: pautas para proyectos y adaptaciones del espacio de trabajo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 25(2), 2023. DOI: <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.4597>
- [9] Moya, B.A., Conceptos, fundamentos y herramientas de neurociencia, y su aplicación al billete. Banco de España Documentos Ocasionales. N.º 2304, Marzo 2023. DOI: <https://doi.org/10.53479/29749>
- [10] Lavolpe, F., Comunicación de masas y estrategia política. *Neuro motivaciones y comportamiento de los electores. Journal de Ciencias Sociales*, 1(20), pp. 105-107, 2023.
- [11] Ausín, T., Morte, R., and Monasterio, A., Neuroderechos: derechos humanos para las neurotecnologías. *Diario La Ley*. N.43. [en línea].2020. Disponible en: [https://globerance.org/wp-content/uploads/2020/04/20201008-Neuroderechos-Derechos\\_....pdf](https://globerance.org/wp-content/uploads/2020/04/20201008-Neuroderechos-Derechos_....pdf)
- [12] Demetrio, E., y Maroto, M., *Neurociencias y derecho penal. Nuevas perspectivas en el ámbito de la culpabilidad y tratamiento jurídico-penal de la peligrosidad*. Edisofer S.L., Madrid, España, 2013.
- [13] Satpathy, C.P.D.J., Okeyo, W., Isa, S.M., Lockhart, J., Larsen, T.B., Rolle, J.A., ... & Aithal, P.S., Neuro-Signatures in C-3 Economic Decisions (February 9, 2023). Available at SSRN. [online]. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4352320>
- [14] Osorio-Barreto, D., Landínez-Martínez, D.A., and Chica-Mesa, J.C., Neuroeconomía y toma de decisiones financieras: aproximación desde una revisión sistemática de literatura. *Revista CEA*, 8(16), e1911, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22430/24223182.1911>
- [15] Rodríguez, V.J.C., Antonovica, A., and Martín, D.L.S., Consumer neuroscience on branding and packaging: a review and future research agenda. *International Journal of Consumer Studies*, 47, art. 12936, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijcs.12936>
- [16] Moya, B.A., Conceptos, fundamentos y herramientas de neurociencia, y su aplicación al billete. Documentos ocasionales-Banco de España. (4), pp. 1-51, [en línea]. 2023. Disponible en: <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeridas/DocumentosOcasiones/23/Fich/do2304.pdf>
- [17] Serice, L., Prisms of neuroscience: frameworks for thinking about educational gamification. *AI, Computer Science and Robotics Technology*, 2, art. 13, 2023. DOI: <https://doi.org/0.5772/ACRT.13>.
- [18] Pedraza, S.J.C. and Méndez, L.S.A., Neuro didáctica como propuesta para mejorar los procesos de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), pp. 4837-4851, 2023.
- [19] Donohue, M., *The Neuroscience of Safe Gaming: How to Use Wellness Content*. University of Nevada, 2023.
- [20] Warwick, K., *Neuroengineering and neuroprosthetics*. *Brain and neuroscience advances*, 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/2398212818817499>
- [21] Viamonte, M.A., Padrón, Á.G. and de-la-Cruz, I.D. Educación física y neurociencias: relación con el diagnóstico y las capacidades físicas individuales. *GADE: Revista Científica*, 3(2), pp. 174-190, 2023.
- [22] Valesi, R., Gabrielli, G., Zito, M., Bellati, M., Bilucaglia, M., Caponetto, A. and Russo, V., From Coaching to Neurocoaching: A Neuroscientific Approach during a Coaching Session to Assess the Relational Dynamics between Coach and Coachee-A Pilot Study. *Behavioral Sciences*, 13(7), pp. 596, 2023.
- [23] De-Miguel, M.L., Neurocoaching, conversaciones que esculpen cerebros integrados, sanos y felices. *Capital humano: revista para la integración y desarrollo de los recursos humanos*, 383(2), 2023.
- [24] Braidot, N.P., *Neuromanagement y neuroliderazgo*. *Ciencias administrativas*, 1, 2013.
- [25] Ruiz-Rodríguez, R., Ortiz-de-Urbina-Criado, M. and Ravina-Ripoll, R., Neuroleadership: a new way for happiness management. *Humanities and Social Sciences Communications* [Online]. 10(1), pp. 1-14, 2023. Available at: <https://www.nature.com/articles/s41599-023-01642-w>
- [26] Caballero L. and Lis-Gutiérrez J., Liderazgo: una aproximación desde las neurociencias. *Administración y Desarrollo*; 46 (1), pp. 33-48, 2016.
- [27] Aita, L., Alborno, S., Calcagno, C., Caselli, L., Castelli, M., Hermida Rodríguez, A. and Tobar, V., *Neurociencias aplicadas a la conducción y gestión de las organizaciones*. Universidad Nacional de Villa María, 2019.
- [28] Olivas, N., Gutiérrez, C. and Bribiesca, L., Mapeo electroencefalográfico y neurofeedback. *ResearchGate* [Online]. 2010. Available at:

- [https://www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Novo-Olivas/publication/282294960\\_Mapeo\\_Electroencefalografico\\_y\\_Neurofeedback/links/560b0df808ae840a08d683ac.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Novo-Olivas/publication/282294960_Mapeo_Electroencefalografico_y_Neurofeedback/links/560b0df808ae840a08d683ac.pdf)
- [29] Anta, J.A., Detección del engaño: polígrafo vs análisis verborcporal. *Quadernos de criminología: revista de criminología y ciencias forenses* [Online]. 19, pp. 36-46, 2012. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4111972>
- [30] Ramos-Argüelles, F., Morales, G., Egozcue, S., Pabón, R.M. and Alonso, M.T., Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* [Online]. 32(3), pp. 69-82, 2009. [date of reference September 20th of 2023]. Available at: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600006&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006&lng=es&tlng=es).
- [31] Abi-Rached, J.M. and Rose, N., The birth of the neuromolecular gaze. *History of the human sciences*, 23(1), pp. 11-36, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/0952695109352407>
- [32] Schmitt, F.O., Quarton, G.C. and Melnechuk, T., *The neurosciences*. New York: Rockefeller University Press, 1970.
- [33] Oster, H. and Ekman, P., *Expresiones faciales de la emoción*. *Studies in Psychology* [Online]. (7), pp. 115-143, 1981. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65835>
- [34] Libet, B., Brain stimulation in the study of neuronal functions for conscious sensory experiences. *Human Neurobiology*, 1(4), pp. 235-242, 1982.
- [35] Seth, A.K., *Consciousness: The last 50 years (and the next)*. *Brain and Neuroscience Advances*, 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/2398212818816019>
- [36] Casado-Aranda, L.A., Sánchez-Fernández, J., Bigne, E. and Smidts, A., The application of neuromarketing tools in communication research: A comprehensive review of trends. *Psychology & Marketing*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/mar.21832>
- [37] Morandín-Ahuerma, F., La hipótesis del marcador somático y la neurobiología de las decisiones. *Escritos de Psicología (Internet)*, 12(1), pp. 20-29, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5231/psy.writ.2019.1909>
- [38] Smidts, A., *Kijken in het brein: Over de mogelijkheden van neuromarketing*. *ERIM Inaugural Address Series Research in Management* [Online]. 2002. Available at: <http://hdl.handle.net/1765/308>
- [39] Cenizo, C., *Neuromarketing: concepto, evolución histórica y retos*. *ICONO 14, Revista de comunicación y tecnologías emergentes*, 20(1), 2022.
- [40] Lee, N., Broderick, A.J. and Chamberlain, L., What is neuromarketing? A discussion and agenda for future research. *International Journal of Psychophysiology*, 63(2), pp. 199-204, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.03.007>
- [41] Lindstrom, M., *Buyology: verdades y mentiras de por qué compramos*. Grupo Planeta (GBS), 2010.
- [42] NMSBA [Online]. Available at: <https://www.nmsba.com/>
- [43] Arthmann, C. and Li, I.P., *Neuromarketing-The Art and Science of Marketing and Neurosciences Enabled by IoT Technologies*. *IIC Journal of Innovation*, pp. 1-10, 2017.
- [44] Casado-Aranda, L.A., Sánchez-Fernández, J., Bigne, E. and Smidts, A., The application of neuromarketing tools in communication research: A comprehensive review of trends. *Psychology & Marketing*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/mar.21832>
- [45] Kahneman, D., *Thinking, fast and slow*. McMillan, 2011.
- [46] Venkatraman, V., Clithero, J.A., Fitzsimons, G.J. and Huettel, S.A., New scanner data for brand marketers: How neuroscience can help better understand differences in brand preferences. *Journal of consumer psychology*, 22(1), pp. 143-153, 2012.
- [47] Fernández, O. and Fernández, P., *Neuromarketing*, *Neurociencia Aplicada al Estudio del Comportamiento del Consumidor*. Universidad Nacional del Sur, 1, pp. 1-20, 2011.
- [48] Hensel, D., Iorga, A., Wolter, L. and Znanewitz, J., *Conducting neuromarketing studies ethically-practitioner perspectives*. *Cogent Psychology*, 4(1), 2017.
- [49] Iloka, B.C. and Onyeke, K.J., *Neuromarketing: a historical review*. *Neuroscience Research Notes* [Online]. 3(3), pp. 27-35, 2020. Available at: <https://neuroscirn.org/ojs/index.php/nrnotes/article/view/54>
- [50] Gil-Torres, A., López-López, A., Sánchez-Sandoval, R. and Mall, B.A., *Panorama de la investigación y divulgación científicas en neuromarketing*. Universidad Rey Juan Carlos, 13(2), pp. 13-24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33732/ixc/13/02Panora>
- [51] Bhardwaj, S., Rana, G.A., Behl, A. and de-Caceres, S.J.G., *Exploring the boundaries of Neuromarketing through systematic investigation*. *Journal of Business Research*, 154, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113371>
- [52] Smidts, A., *Kijken in het brein: Over de mogelijkheden van neuromarketing*. Rotterdam School of Management, 2002.
- [53] Casado-Aranda, L.A., Sánchez-Fernández, J., Bigne, E. and Smidts, A., *The application of neuromarketing tools in communication research: A comprehensive review of trends*. *Psychology & Marketing*, 40, pp. 1737-1756, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/mar.21832>
- [54] Yadete, F.D. and Kant, S., *Neuro-Marketing in Understanding Consumer Behavior: Systematic Literature Review*. *Radinka Journal of Systematic Literature Review*, 2(2), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.56556/jssms.v2i2.483>
- [55] Greene, A.S., Horien, C., Barson, D., Scheinost, D. and Constable, R.T., *Why is everyone talking about brain state*. *Trends in Neurosciences*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2023.04.001>
- [56] Iloka, B.C., and Onyeke, K.J., *Neuromarketing: a historical review*. *Neuroscience Research Notes*, 3(3), pp. 27-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31117/neuroscirn.v3i3.54>
- [57] Masrhouni, I. and Bahoussa, A., *From the first studies of the unconscious mind to consumer neuroscience: A systematic literature review*. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 12(2), pp. 624-632, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v12i2.2396>
- [58] Rodríguez, V.J.C., Antonovica, A. and Martín, D.L.S., *Consumer neuroscience on branding and packaging: A review and future research agenda*. *International Journal of Consumer Studies*, 47(6), pp. 2790-2815, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijcs.12936>
- [59] Alsharif, A.H., Salleh, N.Z.M., Alrawad, M. and Lutfi, A., *Exploring global trends and future directions in advertising research: A focus on consumer behavior*. *Current Psychology*, pp. 1-24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04812-w>
- [60] Liu, S., Wang, L. and Gao, R.X. (2024). *Cognitive neuroscience and robotics: Advancements and future research directions*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 85, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102610>
- [61] Castro, J., Beltrán, C. and Amaya, J., *Naturaleza y alcance de un laboratorio de neuromarketing*. *ECA Sinergia*, 13(2), pp. 36-52, 2022. DOI: [https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v13i2.4190](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v13i2.4190)
- [62] Alsharif, A.H., Salleh, N.Z.M., Alrawad, M. and Lutfi, A., *Exploring global trends and future directions in advertising research: A focus on consumer behavior*. *Current Psychology*, pp. 1-24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04812-w>
- [63] Fayaz, S. and Rub Nawaz, R., *Neuromarketing: A bibliometric perspective of the field*. *Business Review*, 18(1), pp. 132-151, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54784/1990-6587.1508>
- [64] Yoon, C., Gonzalez, R., Bechara, A., Berns, G.S., Dagher, A.A., Dubé, L., and Spence, C., *Decision neuroscience and consumer decision making*. *Marketing letters*, 23, pp. 473-485, 2012.
- [65] Duque-Hurtado, P., Samboni-Rodríguez, V., Castro-García, M., Montoya-Restrepo, L.A. and Montoya-Restrepo, I.A., *Neuromarketing: Its current status and research perspectives*. *Estudios Gerenciales*, 36(157), pp. 525-539, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.157.3890>
- [66] Berger, S., and Rossi, F., *AI and Neurotechnology: Learning from AI Ethics to Address an Expanded Ethics Landscape*.

- Communications of the ACM, 66(3), pp. 58-68, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1145/3529088>
- [67] Masrhouni, I., and Bahoussa, A., From the first studies of the unconscious mind to consumer neuroscience: A systematic literature review. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 12(2), pp. 624-632, 2023.
- [68] Martínez, J.T., Huertas, S.R., and Coral, L.M.H. Neuroderechos, neuroética y empresas neuro-tecnológicas: aportes desde la debida diligencia en derechos humanos. *Neuroderechos, Neurotecnología e Derechos Humanos*, 113.
- [69] Granados, S.S.M. and Amaya, J.M.G., Neuroética. *Philosophica* [Online]. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/83559854.pdf>
- [70] Fernández, H. (2023). Neuroderechos, Neurotecnologías y Administración de Riesgos en la Modernidad. *Análisis Histórico, Dialéctica y Holismo. ZHOECOEN*, 15(1), pp. 99-112, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v15i1.2457>
- [71] Mathew, A., and Alex, H., Neurocognitive Intelligence Engine. *Educational Research (IJMCR)* [Online]. 5(3), pp. 43-46, 2023. Available at: [https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2023/05/IJMCR\\_E053043046.pdf](https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2023/05/IJMCR_E053043046.pdf)
- [72] Quiles-Pérez, M., Martínez-Beltrán, E.T., López-Bernal, S., Horna-Prat, E., Montesano-Del-Campo, L., Fernández-Maimó, L. and Huertas, A., Data Fusion In Neuromarketing: Multimodal Analysis of Biosignals, Lifecycle Stages, Current Advances, Datasets, Trends, and Challenges. *SSRN*, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4543003>
- [73] Lyu, D. and Mañas-Viniegra, L., Tendencias emergentes en neuromarketing: análisis bibliométrico con CiteSpace (2017-2021). *Universidad Rey Juan Carlos*, 13(2), pp. 75-95, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33732/ixc/13/02Tenden>
- [74] Kietzmann, J., Paschen, J. and Treen, E., Artificial Intelligence in Advertising. How marketers can leverage artificial intelligence along the consumer journey. *Journal of Advertising Research*, 58(3), pp. 263-267, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2501/jar-2018-035>
- [75] González-Morales, P.A., Muñoz-Leiva, P.F., Martín-López, P.M., and Barroso, A.T., Metaverse Neuromarketing: a competitive advantage in the metaverse. *Research square*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3310306/v1>
- [76] Gaudry, K.S., Ayaz, H., Bedows, A., Celnik, P., Eagleman, D., Grover, P., Illes, J., Rao, R.P.N., Robinson, J.T. and Thyagarajan, K., Projections and the Potential Societal Impact of the Future of Neurotechnologies. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.658930>
- [77] Botello-Bermúdez, S.O., and Suárez-Vera, K.T., Tendencias de investigación en neuromarketing. *Universidad del Bosque* [Online]. 2018. Available at: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/2533>
- [78] Paz-Gil, I., Zagala, K. and Cerdá-Suárez, L.M., Mayoría de edad del neuromarketing: mapa científico de 18 años de investigación en el área. *Universidad Rey Juan Carlos*, 13(2), pp. 47-74, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33732/ixc/13/02Mayori>
- [79] MCGOVERN INSTITUTE [Online]. Available at: <https://mcgovern.mit.edu/>
- [80] Correa, A., Neurociencia aplicada: el cerebro al servicio de la humanidad. *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación* [Online]. 2(1), pp. 38-40, 2008. Available at: <https://www.cienciacognitiva.org/files/2008-18.pdf>
- [81] Facultad de Minas., Manifiesto Ingeniería para la Vida [Online]. Available at: <https://minas.medellin.unal.edu.co/manifiesto-ingenieria-para-la-vida>
- I.A. Montoya-Restrepo**, Administrador de empresas, Magíster en Administración, Doctor en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Tesis laureada en el pregrado y meritosa en la maestría y en el doctorado. Premio Portafolio a la excelencia académica. Profesor asociado e investigador de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, desde el año 2001 hasta 2011. Entre agosto de 2011 – agosto de 2016, Profesor asociado de dedicación exclusiva de la Escuela de Ingeniería de la organización, Facultad de Minas, UNAL. Desde agosto de 2016, Profesor titular de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín. Ha sido consultor empresarial, empresario e investigador en ciencias administrativas. Fue Asesor de planeación en la Universidad Nacional de Colombia. Decano de la Facultad de Agronomía (2010-2011). Experto en estrategia, gestión de empresas agropecuarias, gestión ambiental, teorías de gestión y programas de emprendimiento, siendo líder en la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente pertenece a los grupos de Investigación en A: cuidado de enfermería al paciente crónico, modelamiento y análisis energía ambiente economía y management & marketing (m&m).  
ORCID : 0000-0003-0959-3466
- L.A. Montoya-Restrepo**, Administradora de empresas (1996), Magíster en Administración (1999), Doctora en Ciencias Económicas (2010), Universidad Nacional de Colombia. Tesis laureada en el pregrado, grado de honor y en la maestría. Premio Portafolio a la excelencia académica. Ha sido profesora en la Universidad Nacional de Colombia desde el año 2000, primero en la Facultad de Ciencias económicas en Bogotá, y desde el año 2013 en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional. Actualmente es Profesora titular con derecho a tenencia de cargo. Ha sido consultora empresarial, empresaria e investigadora en ciencias administrativas. Fue coordinadora del programa curricular de Administración de empresas y coordinadora nacional del Concurso Docente de la Universidad Nacional de Colombia. Es investigadora senior en Minciencias, ha desarrollado el tema de currículos por competencias, experta en *marketing*, gestión ambiental, modelos de integración empresarial, metáfora biológica, teorías de gestión y programas de emprendimiento. Pertenece a los grupos de investigación reconocidos: cuidado de enfermería al paciente crónico, modelamiento y análisis energía ambiente economía, grupo *management & marketing* (m&m).  
ORCID: 0000-0002-4896-1615