

***HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA FAVORECER EL
DESARROLLO DE COMPETENCIAS COMUNICATIVAS EN
NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL***

Nombre de los estudiantes

Luis Alberto Avila Gutiérrez

Trabajo de Investigación o Tesis Doctoral como requisito para optar el título de
Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación

Tutores

**Paola Andrea Sánchez Sánchez, PhD
José Rafael García González, PhD**

RESUMEN

En el objetivo de esta investigación se suscribe proponer una herramienta tecnológica para favorecer el desarrollo de competencias comunicativas en niños con parálisis cerebral, soportado metodológicamente en los principios epistémicos del modelo sistémico estructural abordando las diferentes categorías de la teoría general de sistemas, caracterizadas y dimensionadas desde los aportes del enfoque holístico de la investigación, propuesto por Hurtado, J. (2016). Los resultados de esta propuesta resumen la determinación e identificación los elementos intervinientes en el proceso de comunicación de niños con parálisis cerebral, así como el planteamiento de un modelo de red neuronal convolucional con capacidad de plantear una alternativa interactiva para favorecer el desarrollo de las competencias de comunicación, basándose en el uso modelos pre entrenados de clasificación de imágenes.

Antecedentes:

- La Parálisis Cerebral es la causa más frecuente de discapacidad motora en la edad pediátrica, alrededor de 2 o 3 niños por cada 1,000 bebés nacidos desarrollan parálisis cerebral.
- La población con discapacidad en Colombia aumentó un 19,4% del 2005 al 2018, según cifras del DANE.
- El 8,5% de la población en discapacidad a nivel nacional corresponde a niños entre 0 y 14 años y el 71,5% del total de la población en discapacidad pertenece a los estratos 1 y 2 según cifras del DANE.

- En el departamento del Atlántico se concentra el 4,1% del total de la población con discapacidad a nivel nacional y las personas que presentan una discapacidad de tipo intelectual supera el 8%, dentro de este tipo de discapacidades se encuentra la parálisis cerebral según cifras del DANE.
- Los métodos de Tardieu, Bobath y PODD son métodos muy referenciados para el tratamiento y reeducación del lenguaje en los pacientes con parálisis cerebral.
- Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) son herramientas que apoyan al desarrollo de competencias comunicativas en los niños con parálisis cerebral.

Objetivos:**General**

- Proponer una herramienta tecnológica para favorecer el desarrollo de competencias comunicativas en niños con parálisis cerebral

Específicos

- Identificar los fundamentos teóricos y epistemológicos asociados con los procesos de comunicación en niños con parálisis cerebral.
- Describir los procesos y metodologías asociadas con la comunicación en niños con parálisis cerebral.
- Caracterizar las relaciones funcionales entre los elementos intervinientes en el proceso de comunicación en niños con parálisis cerebral.

Materiales y Métodos: Metodología holística con método sistémico estructural

Resultados:

Modelo de red neuronal convolucional con la capacidad de clasificar 101 categorías de acciones humanas partiendo de 1 video como entrada

Conclusiones: Debido a la complejidad y variabilidad de los elementos presentados en el proceso de comunicación en pacientes con parálisis cerebral, se planteó un modelo que fuese capaz de aportar o reemplazar la competencia kinésica de comunicación en estos niños, con el uso de herramientas tecnológicas, apoyadas en redes neuronales convolucionales para su exactitud.

Abordar el marco metodológico desde un enfoque holístico, permitió analizar el proceso de comunicación en niños con parálisis cerebral como un todo y enfocarse en el problema del desarrollo presentado, pero también permitió analizar el funcionamiento de cada uno de los elementos intervinientes en detalle, además de las relaciones con el medio y con los elementos anteriores, permitiendo formular una propuesta integradora que puede servir a cualquier investigación futura basada en esta.

Palabras clave: Competencias comunicativas - Parálisis cerebral - Redes Neuronales Convolucionales – Aprendizaje profundo.

ABSTRACT

Background: The objective of this research is to propose a technological tool to promote the development of communication skills in children with cerebral palsy, methodologically supported on the epistemic principles of the structural systemic model, addressing the different categories of the general systems theory, characterized, and dimensioned from the contributions of the holistic approach to research, proposed by Hurtado, J. (2016). The results of this proposal summarize the determination and identification of the intervening elements in the communication process of children with cerebral palsy, as well as the proposal of a convolutional neural network model with the capacity to propose an interactive alternative to favor the development of the competences of communication, based on the use of pre-trained image classification models.

Objective:

General

- Propose a technological tool to promote the development of communication skills in children with cerebral palsy

Specific

- Identify the theoretical and epistemological foundations associated with communication processes in children with cerebral palsy.
- Describe the processes and methodologies associated with communication in children with cerebral palsy.
- Characterize the functional relationships between the elements involved in the communication process in children with cerebral palsy.

Materials and Methods: Holistic methodology with structural systemic method

Results: Convolutional neural network model with the ability to classify 101 categories of human actions based on 1 video as input

Conclusions: Due to the complexity and variability of the elements presented in the communication process in patients with cerebral palsy, a model was proposed that was capable of providing or replacing the kinesic communication competence in these children, with the use of technological tools, supported by convolutional neural networks for accuracy.

Approaching the methodological framework from a holistic approach, allowed to analyze the communication process in children with cerebral palsy as a whole and focus on the presented developmental problem, but also allowed to analyze the functioning of each of the intervening elements in detail, in addition to the relations with the environment and with the previous elements, allowing to formulate an integrating proposal that can serve any future research based on it.

KeyWords: Communication skills - Cerebral palsy - Convolutional Neural Networks - Deep learning.

REFERENCIAS (colocar a cada artículo el DOI o la URL en caso de no tener DOI)

- Abraham, W. (1981). *Diccionario de la terminología lingüística actual*. Madrid: Gredos.
- Abril Abadín, D., Delgado Santos, C. I., & Vigara Cerrato, Á. (2012). *Comunicación aumentativa y alternativa. Guía de referencia* (3 ed.). Madrid: CEAPAT.
- Aripin, N., & Noor, H. R. (2019). *Non-verbal communication and writing: exploring writing anxiety in the writing process through kinesics*.
- Aspace, C. (2014). *Descubriendo la parálisis cerebral*. Obtenido de <https://www.guiadisc.com/wp-content/uploads/Descubriendo-la-paralisis-cerebral.pdf>
- Avila Gutierrez, L. (21 de 01 de 2020). *Github*. Obtenido de <https://github.com/zluis1992/video-classification>
- Ayala, J. (2012). LA COMPETENCIA COMUNICATIVA EN PERSONAS QUE PRESENTAN PARÁLISIS CEREBRAL. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa*(1), 158-163.
- Baños, R. (2012). Los aspectos no verbales en la comunicación intercultural. *Ra Ximhai*, 8(2), 223-239.
- Berruto, G. (1974). *La sociolingüística* (1 ed.). Zanichelli.
- Birdwhistell, R. (1952). *Introduction to kinesics : an annotation system for analysis of body motion and gesture*. University of Michigan Library.
- Busto Barcos, M. d. (1988). *Reeducación del Habla y del Lenguaje en el Paralítico Cerebral*. Marid: Cepe.
- Camacho-Salas, A., Pallás-Alonso, C., de la Cruz Bértolo, J., Simón de las Heras, R., & Mateos-Beato, F. (2007). Parálisis cerebral : concepto y registros de base poblacional. *Revista De Neurologia*, 45(8), 503-508.
- Canale, M., & Swain, M. (1980). THEORETICAL BASES OF COMMUNICATIVE APPROACHES TO SECOND LANGUAGE TEACHING AND TESTING. *Applied Linguistics*, 1(1), 1-47.
- Carey, J. W. (1989). *Communication as culture. Essays on media and society*. Nueva York, EE.UU./Londres, Inglaterra: Routledge.
- Castellanos, G., & Castellanos, R. (2007). Evaluación diagnóstica del niño con parálisis cerebral. *Revista Cubana de Pediatría*, 79(2).

- Chew Ka, L., Iacono, T., & Tracy, J. (13 de Enero de 2009). Overcoming communication barriers: Working with patients with intellectual disabilities. *Australian family physician*, 38(1/2), 10-14.
- Chomsky, N. (2011). *Current Issues in Linguistic Theory* (1 ed., Vol. 38). Walter de Gruyter.
- DANE, D. N. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- De Saussure, F. (1994). *Curso de Linguística General*. Buenos Aires: Losada .
- Delgado, A. (1999). Aplicación de las Redes Neuronales en Medicina. *LA INFORMÁTICA Y EL CONOCIMIENTO*, 221-223.
- Evans, P. R. (1948). Problems in the classification of cerebral palsy in childhood. *Archives of Disease in Childhood*, 23, 213.
- Fayrix. (6 de 2 de 2021). *Fayrix*. Obtenido de https://fayrix.com/machine-learning-metrics_es
- Gulati, S., & Vishal, S. (2018). Cerebral palsy: an overview. *The Indian Journal of Pediatrics*, 1006-1016.
- Gumperz, J., & Hymes, D. (1972). *Directions in Sociolinguistics: The Ethnography of Communication* (1 ed.). John Wiley & Sons.
- He, K. Z. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 770-778.
- Hernández, E., & Conde, B. (2009). Competencia Comunicativa: Evolución cronológica del término y sus elementos constitutivos. *Humanidades Médicas*, 9(1).
- Hinton, G. (2018). Deep learning—a technology with the potential to transform health care. *Jama*, 1101-1102.
- Huang, Y.-M., Tseng, H.-H., Chien, J.-T., & Chien, J.-T. (2019). Stochastic Fusion for Multi-stream Neural Network in Video Classification. *2019 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)*, 69-74.
- Hurtado de Barrera, J. (2016). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas,(Venezuela): Quiron Editores-CIEA Sypal.
- Hurtado De Barrera, J., & Barrera Morales, M. (2000). *Metodología de la investigación holística*. Instituto Universitario de Tecnología Caripito.
- Hutter, F. K. (2019). *Automated machine learning: methods, systems, challenges*. Springer Nature.

- Hymes, D. (1972). On communicative competence. *Sociolinguistics*, 269-293.
- Jarmer. (2005). *The Practice of English Language Teaching*.
- Knapp Mark, L. (1982). *La comunicación no verbal, el cuerpo y el entorno*. Barcelona-Buenos aires-México: Paidós.
- Kosselleck. (2002). *he practice of conceptual history. Timing history,*.
- Krizhevsky, A. S. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 1097-1105.
- Kuban, K. C., & Leviton, A. (1994). "Cerebral palsy" *New England Journal of Medicine*, 330, 188--195. Pagano, M., Fenton, T., Strassfeld, R., Wolff, M.(1992)'Maternal toxemia is associated with reduced incidence of germinal matrix hemorrhage in premature babies. *Journal of Child Neurology*, 7, 70-76.
- Kuczyńska-Skrzypek, A., & Saville-Troike, M. (1987). "The ethnography of communication : An Introduction", Muriel Saville-Troike, Seria: *Language in Society*, nr 3, Basil Blackwell, Oxford 1982 : [recenzja] / Anna Kuczyńska-Skrzypek. *Etnografia Polska*, 31(1).
- LeCun, Y. B. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 2278-2324.
- Lehtonen. (2009). *Nonaka's knowledge creation theory revisited: A Semiotic. Analysis of Communicating*.
- Lomas, C., & Tusón, A. y. (1996). *Ciencias del lenguaje,*.
- Londoño González, B., & Sánchez Sánchez, P. (2015). Algoritmo Novedoso Para la Detección de Tareas Repetitivas en el Teclado. *Investigación e Innovación en Ingenierías*.
- Mathworks. (13 de 08 de 2020). *mathworks*. Obtenido de <https://la.mathworks.com/solutions/deep-learning/convolutional-neural-network.html>
- Minsky, M. (1988). *Society of mind*. Simon and Schuster.
- Miotto, R., Fei, W., Shuang, W., Xiaoqian, J., & Dudley, J. T. (2018). Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges. *Briefings in bioinformatics*, 1236-1246.
- Morales Vaquero, R. (2017). *Terapias logopédicas emergentes aplicadas a la parálisis cerebral infantil: Propuesta de intervención en la Educación Primaria*.
- Muñoz-Basols, J., & Manel, L. (2017). *Lingüística hispánica actual: guía didáctica y materiales de apoyo*. Routledge.

- NINDS, N. S. (2016). *Parálisis cerebral: Esperanza en la investigación*. Obtenido de <https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/paraliscerebral.htm>
- Novacheck, T., Trost, J., & Sohrweide, S. (2010). Examination of the child with cerebral palsy. *Orthopedic Clinics of North America*, 41(4), 469-488.
- Numan. (1988). *The Learner-Centered Curriculum*.
- Nuñez Bedoya, A., & Romo Romero, H. (2019). Análisis de rendimiento de algoritmos de reconocimiento de placas de números de vehículos desarrollado mediante la transformación de ondas discretas y la correlación de imagen digital. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 95-103.
- Palsy, O. C. (2019). *Prevalence of Cerebral Palsy*. Obtenido de <https://www.cerebralpalsy.org/about-cerebral-palsy/prevalence-and-incidence>
- Panchanathan, S., Moore, M., Venkateswara, H., Chakraborty, S., & McDaniel, T. (2018). Computer Vision for Augmentative and Alternative Communication. *Cambridge: Academic Press*, 211-248.
- Panwar, H., Gupta, P. K., Mohammad, K. S., Morales-Menendez, R., & Vaishnavi, S. (2020). Application of deep learning for fast detection of COVID-19 in X-Rays using nCOVnet. *Chaos, Solitons & Fractals*, 109944.
- Pennington, L. (2008). Cerebral palsy and communication. *Paediatrics and Child Health*, 18(9), 405-409.
- Pilleux. (2001). *Competencia comunicativa y análisis del discurso. Estudios*.
- Portugal, I., Alencar, P., & Cowan, D. (2018). The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review. *Expert Systems With Applications*, 97, 205-227.
- Poyatos, F. (1994). *La comunicación no verbal I: Cultura, lenguaje y conversación*. Madrid: Itsmo.
- Prieto García, Á. (1999). *Niños y niñas con parálisis cerebral: descripción, acción educativa e inserción social* (Vol. 146). Narcea Ediciones.
- Pulido. (2004). *Hacia un concepto de competencia comunicativa integral: Un novedoso acercamiento a sus dimensiones*.
- Ramírez, F. O., & Castaño, H. F. (2007). Las redes neuronales y la evaluación del riesgo de crédito. *Ingeniera universidad Medellín*.
- Ranschaert, E. R. (2019). *Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks*. Springer.

- Redmon, J. D. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 779-788.
- Reyes, D. (2014). El lenguaje en los niños con parálisis cerebral. *Educación*, 20(20), 90-98.
- Rich, E. K. (1994). *Inteligencia artificial*. McGraw-Hill.
- Riofrio, R., & Carolina, D. (2015). Habilitación del habla y lenguaje a través del método Bobath en los niños con parálisis cerebral que asisten al centro de rehabilitación e hipoterapia "Ángelitos de Luz" de la ciudad de Loja año 2013.
- Robaina, G. R., & Riesgo, S. d. (2007). *Evaluación diagnóstica del niño con parálisis cerebral. Revista Cubana de Pediatría*.
- Román, A. (2017). Los GIF como recurso para la comunicación alternativa y aumentativa. Diseño de un SAAC.
- Sanchez Sanchez, P. A., García González, J. R., & Rúa Ascar, J. M. (2020). Automatic migraine classification using artificial neural networks. *F1000 Research*.
- Sanclemente, M. P. (1982). Logopedia y parálisis cerebral infantil. *Logop. Fonoaud.*, 211-220.
- Savignon, S. (2018). "Communicative competence." *The TESOL encyclopedia of English language teaching*.
- Seijo Fernández, R. (2017). LA COMUNICACIÓN NO VERBAL EN LA INTERPRETACIÓN: LA RELEVANCIA DEL PARALENGUAJE Y LA KINÉSICA EN EL PROCESO INTERPRETATIVO. *Revista Iberoamericana de Linguística*.
- Serrano, M. (2007). *Teoría de la comunicación*.
- Silva-Corvalán, C., & Enrique-Arias, A. (2017). *Sociolingüística y pragmática del español: segunda edición*. Georgetown University Press.
- Simonyan, K. &. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv*, 1409.1556.
- Szegedy, C. L. (2015). Going deeper with convolutions. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 1-9.
- University of central florida. (21 de 01 de 2021). Obtenido de <https://www.crcv.ucf.edu/data/UCF101.php>
- Von Bertalanffy, L., & Sutherland, J. (1974). General systems theory: Foundations, developments, applications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 592-592.
- Vygotski, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.

Zapata, L., & Mesa, S. (2010). La alimentación del niño con parálisis cerebral un reto para el nutricionista dietista. Perspectivas desde una revisión. *instname: Universidad de Antioquia*, 12(1), 77-85.

Zeiler, M. D. (2014). Visualizing and understanding convolutional networks. *Springer*, 818-833.

1.