

NEUROCIENCIA, MENTE E INNOVACIÓN

UNA APROXIMACIÓN DESDE EL
DESARROLLO, EL APRENDIZAJE Y LA
COGNICIÓN CREATIVA

Cita este libro

Ocampo ÁA. (ed. científico). *Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020.

Palabras Clave / Keywords

Conducta, manifestación creativa, neurodesarrollo intrauterino y extrauterino, ontogénesis, imaginación, creatividad computacional, creatividad y educación, cognición humana, cognición social, modelos computacionales neurociencia, psicopatología, emociones, cultura, procesos de aprendizaje, arte, salud mental, influencia ambiental, juego infantil.

Behavior, creative manifestation, intrauterine and extrauterine neurodevelopment, ontogenesis, imagination, Computational creativity, creativity and education, human cognition, social cognition, computational models neuroscience, psychopathology, emotions, culture, learning processes, art, mental health, environmental influence, children's play.

Contenido relacionado:

 <https://investigaciones.usc.edu.co/>

NEUROCIENCIA, MENTE E INNOVACIÓN

UNA APROXIMACIÓN DESDE EL
DESARROLLO, EL APRENDIZAJE Y LA
COGNICIÓN CREATIVA

Álvaro Alexander Ocampo

Editor científico



Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creatividad / Álvaro Alexander Ocampo [Editor científico]. --- Santiago de Cali: Universidad Santiago de Cali, 2021.

420 páginas; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 978-958-5147-53-9

ISBN (Libro digital): 978-958-5147-55-3

1. Conducta 2. Manifestación creativa 3. Neurodesarrollo 4. Creatividad computacional. 5. Cognición humana 6. Cognición social 7. Psicopatología I. Álvaro Alexander Ocampo. Universidad Santiago de Cali. Facultad de Salud.

LCC WL100 ed. 23

CO-CaUSC

JRGB/2021



Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creatividad

© Universidad Santiago de Cali.

© Editor científico: Álvaro Alexander Ocampo

© **Autores:** Álvaro Alexander Ocampo, Alba Lucero García Fajardo, Alfredo Sánchez, Alfonsina del Cristo Martínez Gutiérrez, Amanda Astudillo Delgado, Ana Milena Sánchez Borrero, Andrés Gildardo Vanegas Yela, Carlos Andrés Velásquez Soleibe, Christian Andrés Rojas Cerón, Danna Aristizábal Oviedo, Diego Alejandro Calle Sandoval, Edwin Cortés González, Gabriel Arteaga Díaz, José Rafael Tovar Cuevas, Juan Felipe Martínez Flórez, Julián Andrés Messa Paredes, Laura Carolina Pabón Sandoval, Oscar Mario Tamayo Buitrago, Sandra Jenny Otalvaro Garcés, Sirsa Aleyda Hidalgo Ibarra, Soraya Pardo Jaramillo & Pilar del Carmen Bonilla Valencia.

© **Ilustraciones:** Diego Luis Estrada Burckhardt y Carlos Alfredo Guinand Galvis

© **Diseño de portada y contraportada:** Carlos Alfredo Guinand Galvis

Edición 100 ejemplares

Cali, Colombia - 2021

Comité Editorial / Editorial Committee

Claudia Liliana Zúñiga Cañón

Doris Lilia Andrade Agudelo

Edward Javier Ordóñez

Alba Rocío Corrales Ducuara

Santiago Vega Guerrero

Milton Orlando Sarria Paja

Mónica Carrillo Salazar

Sandro Javier Buitrago Parias

Claudia Fernanda Giraldo Jiménez

Proceso de arbitraje doble ciego: "Double blind" peer-review

Recepción/Submission:

Diciembre (December) de 2020

Evaluación de contenidos/ Peer-review outcome:

Febrero (February) de 2021

Aprobación/Acceptance:

Marzo (March) de 2021



La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMIENTOS

A la doctora Martha Escobar y al doctor Hernán Pimienta por enseñarme tantas cosas sobre el sistema nervioso y darme la oportunidad de forjar mi carácter en el “crisol” del Centro de Estudios Cerebrales (CEC) de la Universidad del Valle. A mi mentor Gabriel Arteaga por el enriquecimiento intelectual y personal que su experiencia y sabiduría le aportó a mi camino como apasionado del conocimiento. A él especialmente mi admiración y toda mi gratitud. A mis maestros Oscar Sierra Fitzgerald (†), Efraín Buriticá y Mauricio Palacios porque han sido excelentes modelos de lo que es hacer ciencia de una manera comprometida y sin limitaciones. A todos mis compañeros del Centro de Estudios Cerebrales por recorrer las mismas sendas conmigo desde miradas diferentes pero unidos por la curiosidad por responder nuevas preguntas.

A la Universidad del Valle (particularmente el Instituto de Psicología y La Facultad de Salud-Biomédicas) por brindarme espacios de formación invaluable que marcaron positivamente mi manera de ver el conocimiento.

A mis amigos Margarita Bedoya (†), Elizabeth Calderón y Alberto Serna, por contribuir al estudio de la cognición creativa facilitando espacios, aportando ideas valiosas y haciendo realidad encuentros de vital importancia.

A la Universidad Santiago de Cali por acoger este proyecto desde una posición visionaria y clara, gestando las mejores condiciones para que se construyera en un ambiente de amabilidad, confianza y respeto por aquello que es divergente.

Particularmente, agradezco a la doctora María del Carmen Muñoz y al doctor Augusto Valderrama por sus ráfagas de entusiasmo, humanidad y por sus palabras justas en los días más necesarios.

A mis estudiantes, por afanar mediante preguntas y peticiones cotidianas, la estructuración urgente de este libro. Gracias a ellos también, porque cada vez me recuerdan que: A veces el que “menos sabe” es portador de un

saber fértil, noble y desprevenido. A todos ellos mi afecto y agradecimiento profundo.

A los autores que colaboraron aportando sentido a esta obra de manera diáfana, paciente y desinteresada. A ellos, mi reconocimiento por creer que el infinito no solo se aprecia cuando se mira la inmensidad de aquello que nos rodea, sino en el transcurrir de un segundo, el flujo de una neurona y el brillo de un pensamiento.

Dedicado a la posibilidad de vivir, la familia y la pasión colectiva por
el origen de la innovación.

TABLA DE CONTENIDO

PREFACIO.....	21
----------------------	-----------

CAPÍTULO 1. PRECURSORES EVOLUTIVOS Y ANTROPOLÓGICOS DE LA CONDUCTA INNOVADORA

Resumen.....	27
Introducción.....	27
Raíces biológicas y antropológicas de la conducta innovadora.....	28
La dimensión antropológica y las manifestaciones creativas.....	30
Conclusiones.....	34
Referencias bibliográficas.....	35

CAPÍTULO 2. LA PREDETERMINACIÓN BIOLÓGICA Y LA FLEXIBILIDAD CONDUCTUAL

Resumen.....	39
Introducción.....	39
Neurodesarrollo intrauterino. La emergencia de la complejidad nerviosa.....	40
Nacimiento y neurodesarrollo extrauterino. Una travesía flexibilizante.....	53
Conclusiones.....	61
Referencias bibliográficas.....	62

CAPÍTULO 3. EL DESARROLLO PSICOLÓGICO Y LA ONTOGÉNESIS DE LA CREATIVIDAD

Resumen.....	69
Introducción.....	69
Trascender la perspectiva dualista.....	73
El cuerpo y la subjetividad.....	77
La acción y el desarrollo de la imaginación.....	80
Más allá del paradigma dominante.....	85
Preguntas de autoevaluación.....	89
Referencias bibliográficas.....	89

CAPÍTULO 4. LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS Y EL RECONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD

Resumen.....	97
Introducción.....	97
Reflexiones sobre el proceso de aprendizaje.....	98

El sujeto, el ambiente y el otro.....	102
El lugar de los presaberes.....	103
¿Quién es el educando?.....	105
La construcción de los saberes al calor de la diversidad.....	109
Conclusiones.....	111
Preguntas de autoevaluación.....	113
Referencias bibliográficas.....	113

CAPÍTULO 5.

CREATIVIDAD COMPUTACIONAL: CIENCIA COGNITIVA Y NUEVAS APUESTAS EN CREATIVIDAD Y EDUCACIÓN

Resumen.....	117
Introducción.....	118
La sociedad de las metáforas y la automatización.....	119
Máquinas que aprenden.....	125
Redes neuronales artificiales.....	125
Niveles de modelización.....	130
Modelos conexionistas de las funciones/procesos cognoscitivos.....	131
Las rna: ¿metodologías, ¿teorías o metateorías?.....	133
¿Podemos hablar de creatividad en los sistemas computacionales?.....	135
Creatividad en contextos educativos.....	141
Preguntas de autoevaluación.....	150
Referencias bibliográficas.....	150

CAPÍTULO 6.

ACCIÓN VOLUNTARIA Y MEDIACIÓN SOCIAL

Resumen.....	157
Introducción.....	157
El lugar de los lóbulos frontales en la cognición humana.....	158
Corteza orbitofrontal.....	159
Corteza frontomedial.....	160
Corteza prefrontal dorsolateral.....	160
El papel de las funciones ejecutivas como reguladoras de la actividad compleja.....	166
La cognición social y la mediación del otro en la acción voluntaria.....	169
Conclusiones.....	174
Preguntas de autoevaluación.....	174
Referencias bibliográficas.....	175

CAPÍTULO 7.
ALGUNAS APROXIMACIONES Y MODELOS PARA ABORDAR LA
CREATIVIDAD

Resumen.....	179
Introducción.....	179
Ideas divergentes.....	180
El procesamiento de la información.....	183
Perspectivas contextuales.....	186
Modelos computacionales.....	191
Aproximaciones neurocientíficas.....	195
Preguntas de autoevaluación.....	206
Referencias bibliográficas.....	207

CAPÍTULO 8.
LA ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBRAL Y SU PAPEL EN LA
CONDUCTA FLEXIBLE

Resumen.....	213
Introducción.....	213
Organización citoarquitectónica y laminaridad cortical.....	220
Neurotransmisores y actividad cortical.....	229
Integración de los módulos y el carácter dinámico de la corteza cerebral.....	235
Consideraciones sobre la corteza como red de conocimiento flexible.....	239
Preguntas de autoevaluación.....	244
Referencias bibliográficas.....	244

CAPÍTULO 9.
NEUROCIENCIA, PSICOPATOLOGÍA Y CREATIVIDAD

Resumen.....	251
Introducción.....	251
Estudios poblacionales en pacientes con diagnóstico psiquiátrico.....	252
Alteraciones de la expresión creativa en sujetos con compromiso cerebral.....	254
Estudios electrofisiológicos.....	257
Estudios con neuroimagen.....	260
Estudios genéticos y moleculares.....	267
Conclusión.....	269
Preguntas de autoevaluación.....	270
Referencias bibliográficas.....	270

CAPÍTULO 10.
LA CREATIVIDAD: MÁS ALLÁ DEL PRINCIPIO DE PLACER Y LA
COMPULSIÓN DE REPETICIÓN

Resumen.....	279
Introducción.....	280
La creatividad más allá del arte y la ciencia.....	281
El arte y un ordenamiento del tiempo.....	282
Creaciones neuróticas y creaciones artísticas.....	283
Conclusión.....	285
Preguntas orientadoras.....	285
Referencias bibliográficas.....	285

CAPÍTULO 11.
CLÍNICA DE LA SALUD MENTAL, ARTE Y ACTO CREATIVO

Resumen.....	289
Introducción.....	289
Psicopatología, psicología clínica y subjetividad.....	290
Genialidad creativa y enfermedad mental.....	298
Consideraciones sobre los pequeños mundos del artista y el loco.....	304
Preguntas de autoevaluación.....	306
Referencias bibliográficas.....	306

CAPÍTULO 12.
CONTEXTO, ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL Y PROCESOS COGNITIVOS

Resumen.....	311
Introducción.....	311
La plasticidad neuronal como respuesta a la influencia ambiental.....	312
Efectos de los ambientes enriquecidos en la estructura cerebral y las funciones cognitivas.....	315
Ambientes enriquecidos y neuroplasticidad en la vejez.....	317
Los ambientes enriquecidos como campo de estudio en la consolidación de la reserva cognitiva.....	321
Consideraciones finales.....	322
Preguntas de autoevaluación.....	324
Referencias bibliográficas.....	324

CAPÍTULO 13.
**JUEGO INFANTIL Y CREATIVIDAD MEDIADA: ESTRATEGIAS PARA EL
DESPLIEGUE DE LA IMAGINACIÓN**

Resumen.....	331
Introducción.....	331
Método.....	337
Resultados.....	345
Discusión y conclusiones.....	353
Conclusiones.....	357
Preguntas de autoevaluación.....	359
Referencias bibliográficas.....	360

CAPÍTULO 14.
**LA EDUCACIÓN Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE: REFLEXIONES DESDE
EL PENSAMIENTO CRÍTICO**

Resumen.....	369
La pedagogía y la psicología educativa frente a las tensiones socioeconómicas.....	369
El rol de la motivación y la creatividad en al acto educativo.....	377
Conclusiones.....	381
Preguntas de autoevaluación.....	382
Referencias bibliográficas.....	382

CAPÍTULO 15.
COGNICIÓN SOCIAL, EMOCIONES, CULTURA Y CREATIVIDAD

Resumen.....	387
Introducción.....	387
Emoción y creatividad.....	388
Cognición social y creatividad.....	400
Conclusión.....	404
Preguntas orientadoras.....	404
Referencias bibliográficas.....	404
Comentario final.....	407

ACERCA DE LOS AUTORES.....	409
-----------------------------------	------------

PARES EVALUADORES.....	417
-------------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS.....	419
------------------------------	------------

TABLE OF CONTENTS

PREFACE.....	21
--------------	----

CHAPTER 1. EVOLUTIONARY AND ANTHROPOLOGICAL PRECURSORS OF INNOVATIVE BEHAVIOR

Abstract.....	27
Introduction.....	27
Biological and anthropological roots of innovative behavior	28
The anthropological dimension and creative manifestations	30
Conclusions	33
Bibliographic references.....	35

CHAPTER 2. BIOLOGICAL PREDETERMINATION AND BEHAVIORAL FLEXIBILITY

Abstract.....	39
Introduction.....	39
Intrauterine neurodevelopment. The emergence of nervous complexity	40
Birth and extrauterine neurodevelopment. A flexible journey	53
Conclusions	61
Bibliographic references.....	62

CHAPTER 3. PSYCHOLOGICAL DEVELOPMENT AND THE ONTOGENESIS OF CREATIVITY

Abstract.....	69
Introduction.....	69
Transcending the dualistic perspective	73
The body and subjectivity	77
Action and the development of imagination	79
Beyond the dominant paradigm	85
Self-assessment questions	89
Bibliographic references.....	89

CHAPTER 4.
PEDAGOGICAL PRACTICES AND THE RECOGNITION OF DIVERSITY

Abstract.....	97
Introduction.....	97
Reflections on the learning process	98
The subject, the environment and the other	102
The place of the pre-knowledge	102
Who is the learner?	105
The construction of knowledge in the heat of diversity	109
Conclusions	111
Self-assessment questions	113
Bibliographic references.....	113

CHAPTER 5.
**COMPUTATIONAL CREATIVITY: COGNITIVE SCIENCE AND NEW BETS IN
CREATIVITY AND EDUCATION**

Abstract.....	117
Introduction.....	118
The Society of Metaphors and Automation	119
Learning Machines	125
Artificial neural networks.....	125
Modeling levels	130
Connectionist models of cognitive functions / processes	131
The rna: methodologies, theories or metatheories?	133
Can we talk about creativity in computer systems?	135
Creativity in educational contexts	141
Self-assessment questions	150
Bibliographic references.....	150

CHAPTER 6.
VOLUNTARY ACTION AND SOCIAL MEDIATION

Abstract.....	157
Introduction.....	157
The place of the frontal lobes in human cognition	158
Orbitofrontal cortex	159
Frontomedial cortex	160
Dorsolateral prefrontal cortex	160
The role of executive functions as regulators of complex activity	166
Social cognition and the mediation of the other in voluntary action	169
Conclusions	174
Self-assessment questions	174
Bibliographic references.....	175

CHAPTER 7.
SOME APPROACHES AND MODELS TO APPROACH CREATIVITY

Abstract.....	179
Introduction.....	179
Divergent ideas	180
The information processing.....	183
Contextual perspectives	186
Computational models	191
Neuroscientific Approaches	195
Self-assessment questions	206
Bibliographic references.....	207

CHAPTER 8.
**LA ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBRAL Y SU PAPEL EN LA
CONDUCTA FLEXIBLE**

Abstract.....	213
Introduction.....	213
Cytoarchitectural organization and cortical laminationy	220
Neurotransmitters and cortical activity	229
Integration of the modules and the dynamic character of the cerebral cortex	234
Considerations on the cortex as a flexible knowledge network	239
Self-assessment questions	244
Bibliographic references.....	244

CHAPTER 9.
NEUROSCIENCE, PSYCHOPATHOLOGY AND CREATIVITY

Abstract.....	251
Introduction.....	251
Population studies in patients with a psychiatric diagnosis	252
Alterations of creative expression in subjects with brain involvement	254
Electrophysiological studies	257
Neuroimaging studies	260
Genetic and molecular studies	267
Conclusion.....	269
Self-assessment questions	270
Bibliographic references.....	270

CHAPTER 10.
**CREATIVITY: BEYOND THE PLEASURE PRINCIPLE AND THE COMPULSION
TO REPETITION**

Abstract.....	279
Introduction.....	280
Creativity beyond art and science	281
Art and an ordering of time	282
Neurotic creations and artistic creations	283
Conclusion.....	285
Guiding questions	285
Bibliographic references.....	285

CHAPTER 11.
MENTAL HEALTH CLINIC, ART AND CREATIVE ACT

Abstract.....	289
Introduction.....	289
Psychopathology, clinical psychology and subjectivity.....	290
Creative Genius and Mental Illness	298
Considerations on the small worlds of the artist and the madman	304
Self-assessment questions	306
Bibliographic references.....	306

CHAPTER 12.
CONTEXT, ENVIRONMENTAL ENRICHMENT AND COGNITIVE PROCESSES

Abstract.....	311
Introduction.....	311
Neuronal plasticity as a response to environmental influence	312
Effects of enriched environments on brain structure and functions cognitive.....	315
Enriched environments and neuroplasticity in old age	317
Enriched environments as a field of study in the consolidation of the cognitive reserve	321
Final considerations	322
Self-assessment questions	324
Bibliographic references.....	324

CHAPTER 13.
**CHILDREN’S PLAY AND MEDIATED CREATIVITY: STRATEGIES FOR THE
DEPLOYMENT OF IMAGINATION**

Abstract.....	331
Introduction.....	331
Method.....	337
Results.....	345
Discussion and Conclusions.....	353
Conclusions	357
Self-assessment questions	359
Bibliographic references.....	360

CHAPTER 14.
**EDUCATION AND LEARNING PROCESSES: REFLECTIONS FROM CRITICAL
THINKING**

Abstract.....	369
Pedagogy and educational psychology in the face of socioeconomic tensions	369
The role of motivation and creativity in the educational act	377
Conclusions	381
Self-assessment questions	382
Bibliographic references.....	382

CHAPTER 15.
SOCIAL COGNITION, EMOTIONS, CULTURE AND CREATIVITY

Abstract.....	387
Introduction.....	387
Emotion and creativity	388
Social cognition and creativity	400
Conclution.....	404
Guiding questions	404
Bibliographic references.....	404
Final comment.....	407

ABOUT THE AUTHORS.....	409
-------------------------------	------------

PEER EVALUATORS.....	417
-----------------------------	------------

INDEX OF TABLES.....	419
-----------------------------	------------

PREFACIO

Hace aproximadamente 30 años se vienen llevando a cabo una serie de intentos materializados en estudios y artículos que, de manera individual, pretenden aproximarse al tema de la innovación¹ a través desde la filosofía, la psicología, la pedagogía y las neurociencias.

Particularmente, se resalta el trabajo presentado por Csikszentmihalyi en *The Systems Model of Creativity* (El modelo sistémico de la creatividad) en 2014, quien de manera magistral desarrolla el tema de la concepción sistémica y social relacionada con la cognición creativa, imprimiendo un énfasis particular a aspectos educativos y culturales en general.

Del mismo modo, en el campo de las denominadas ciencias del cerebro, De Felipe (2011) se pregunta sobre los aspectos diferenciadores asociados a la estructura y la conectividad propia de los micro-circuitos corticales que pudieron marcar la diferencia entre el primate humano y otras especies en cuanto al despliegue del intelecto creativo. Particularmente, Vartanian, Bristol & Kaufman en su libro *Neuroscience of creativity* (Neurociencia de la creatividad) en 2013, presentan los avances más recientes, hasta esa fecha, sobre lo que nos “dice” el sistema nervioso acerca del proceso creativo a través de diversos paradigmas y técnicas. También, Kandel en su libro titulado *Reductionism in Art and Brain Science: Bridging the Two Cultures* (Reduccionismo en el arte y Ciencia del Cerebro: Un puente entre dos culturas) en 2016, estructura una comprensión de la expresividad artística desde aspectos moleculares y neurofisiológicos asociados a las producciones creativas, siendo esta obra además valiosa por sus considerables aportes a la neurociencia de la percepción estética. Así mismo, Fuster en su obra denominada *Cerebro y libertad. Los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir* en 2014, desde una mirada biológica finamente atravesada por aspectos filosóficos, aborda el tema de la creatividad acoplada a la corteza cerebral, sustentando la idea que la conducta flexible subyace a nuestra capacidad de percibir, decidir y actuar sobre el mundo.

1 Entendida como el diseño y la materialización de los productos de la ideación creativa, que finalmente tienen impacto sobre la dimensión social.

Por su parte, esta obra proporciona al lector una ventana al tema de la creatividad como fenómeno complejo, convirtiéndose quizás en el primer intento, por articular las voces de disciplinas como: las neurociencias, la biología, la pediatría, la pedagogía, la psicología, la neuropsicología, la antropología, la filosofía, el arte y el deporte, en el estudio de la creatividad y los procesos subyacentes a las conductas innovadoras.

En este sentido, el capítulo uno hace referencia a los precursores evolutivos y antropológicos de la conducta creativa, ubicándola en un continuo biológico que considera nuestra historia filogenética amarrada al nacimiento de la civilización.

El capítulo dos presenta el tema del neurodesarrollo (haciendo énfasis en aspectos como la plasticidad neuronal) y la gama de posibilidades que implica (para el humano en desarrollo) la promesa de maduración y conectividad ligada a la interacción con el ambiente. Siguiendo ese derrotero lógico, el capítulo tres se centra en una mirada ontogenética del desarrollo psicológico que busca aproximarse a la génesis de la creatividad en el humano. Posteriormente, con el capítulo cuatro se considera el rol del aprendizaje y de los actos educativos en el desarrollo de las habilidades asociadas a la cognición creativa, trascendiendo una mirada innata de dichos procesos, y ubicándolos desde la perspectiva de la interculturalidad.

El capítulo cinco desarrolla el problema de la *Inteligencia Artificial* y las máquinas que aprenden, en aras de comprender desde las estrategias de simulación de redes computacionales, la generación de respuestas alternativas ante situaciones problema básicas y el tema de la educación en las aulas.

Lo capítulo seis se detiene sobre procesos psicológicos fundamentales para el despliegue creativo, tales como la memoria, la flexibilidad cognitiva, la atención, el control inhibitorio y la mediación social. Después, con el propósito de extender mucho más las comprensiones de orden cognitivo, el capítulo siete aborda algunas de las aproximaciones que se han posicionado como referentes para pensar los problemas relacionados con la cognición creativa y la innovación (considerando posturas basadas en el procesamiento de la información, perspectivas computacionales, contextuales, biológicas y neurocientíficas).

Haciendo énfasis en el aspecto biológico como base para acercarse a la creatividad, el capítulo ocho se refiere a la organización de la corteza

cerebral, con el fin de postularla como un aspecto fundamental en el estudio de la conducta flexible. En este orden de ideas, posteriormente, el capítulo nueve presenta algunos de los avances por parte de las neurociencias en el entendimiento de la cognición creativa (a la luz de algunas patologías psiquiátricas, así como el compromiso neural vinculado con algunas demencias).

El capítulo diez se aproxima a la creatividad desde el análisis de la manera como el arte y su entrañable relación con la dimensión imaginativa (en tanto expresión simbólica) reúne en su complejidad una serie de dinámicas inconscientes, emergiendo como el eslabón creativo en el que se reúnen el vacío afectivo, la compulsión de repetición, el principio de placer y la vida colectiva. En esa misma línea, en el capítulo once se comenta el lugar de disciplinas como la psicopatología y la psicología clínica en la comprensión de la creatividad, en relación con el concepto de salud mental, sufrimiento y subjetividad (tomando como eje central el vínculo entre la fantasía del artista y las formas de pensamiento asociadas a ciertas psicopatologías).

El capítulo doce trata acerca de los cambios que tienen lugar en procesos como memoria, lenguaje, percepción y atención durante el envejecimiento, articulando estos saberes con el estudio de los *ambientes enriquecidos*, la *plasticidad cerebral* y el concepto de *reserva cognitiva*. Seguidamente, el capítulo trece presenta los resultados de una propuesta investigativa que explora los efectos de la intervención a través del juego (como actividad enriquecedora) en las habilidades creativas de niños escolares.

Posteriormente, en el capítulo catorce se discute el lugar de la psicología y la pedagogía en los procesos de enseñanza y aprendizaje que posibilitan la emergencia del potencial creativo.

Finalmente, el capítulo quince se detiene sobre la importancia de articular el estudio de la creatividad y la innovación con la cognición social y la dimensión emocional, en tanto pilares significativos para comprender el acto creativo arraigado en los matices de la naturaleza intersubjetiva del ser humano.

Como obra para la difusión del conocimiento, este libro está dirigido tanto a profesionales de la psicología, la pedagogía y las humanidades, que desean acercarse al tema de la creatividad sustentada en un trasfondo biológico, así como a profesionales de la salud que quieren conocer el fenómeno de las habilidades creativas para lograr una comprensión bio-psicopedagógica del

mismo. Por su estilo sencillo y detallado, este texto también se constituye como una obra orientada al público en general, sobre todo a aquellas personas que buscan aproximarse a una mirada integral de la relación entre los procesos psicológicos y el sistema nervioso, tomando como escenario y excusa el fenómeno de la creatividad.

Al observar,
emergen a la vida...el
mirante y su lugar en el
universo.



Dibujo del artista Ever Astudillo

CAPÍTULO 1.

PRECURSORES EVOLUTIVOS Y ANTROPOLÓGICOS DE LA CONDUCTA INNOVADORA

Amanda Astudillo Delgado

<https://orcid.org/0000-0002-8443-4388>

amanda1studillo@hotmail.com

Universidad del Valle

Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle

Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Astudillo-Delgado A. y Ocampo ÁA. Precursores evolutivos y antropológicos de la conducta innovadora. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 25-36.

PRECURSORES EVOLUTIVOS Y ANTROPOLÓGICOS DE LA CONDUCTA INNOVADORA

Amanda Astudillo Delgado
Álvaro Alexander Ocampo

RESUMEN

Este capítulo revisa aspectos evolutivos y antropológicos relacionados con la emergencia de la conducta creativa. Se considera la perspectiva etológica referida a los posibles brotes de conducta innovadora en el comportamiento flexible, tanto de especies no humanas como de algunas filogenéticamente relacionadas con el ser humano. Así mismo, desde la dimensión antropológica se aborda el fenómeno de las manifestaciones creativas de algunos pueblos, enfatizando en aspectos relacionados con el patrimonio cultural representado en su arquitectura y en sus formas artísticas, asumiendo que estos ofrecen una posibilidad para seguirle el rastro al *espíritu creativo y flexible* que se constituye como un componente fundamental del ser humano.

INTRODUCCIÓN

Desde una mirada retrospectiva, las raíces de la creatividad seguramente siguen una trayectoria profunda y se podrían rastrear mucho antes de considerar las dimensiones filosóficas y socioculturales. Efectivamente, las necesidades biológicas básicas de los animales relacionadas con vivir o morir, la conservación de energía y sobrevivir a través del engaño, podrían situarse como los motivadores primarios de la innovación (Kozbelt, 2019). Dado el proceso adaptativo evolucionario, resulta razonable asumir que estas necesidades vitales, se han convertido en el entretejido de los mecanismos cerebrales subyacentes a la creatividad en el ser humano. Eso podría sugerir que quizás exista una profunda motivación (no necesariamente deliberada) por la supervivencia en el camino evolutivo que subyace a la resolución creativa de problemas, así como al fenómeno de la comunicación-expresión a través del arte.

RAÍCES BIOLÓGICAS Y ANTROPOLÓGICAS DE LA CONDUCTA INNOVADORA

Resulta muy tentador considerar que el estatus de prácticas innovadoras, no se limita a los seres humanos solamente. El ejemplo clásico es el del *Cyanistes caeruleus*, que es una especie de ave de la familia de los páridos, al que se le ha observado robando leche de botellas de aluminio selladas punzándolas con su pico (Hinde & Fisher, 1951). En 1921 sólo unas pocas aves restringidas a un pequeño radio geográfico cerca de Southampton, Inglaterra, habían robado la crema de esta manera, pero después de unas décadas, decenas de estas aves se han observado en toda Gran Bretaña llevando a cabo esta práctica. Es difícil de determinar si la motivación inicial del herrerillo común se vio impulsada por la curiosidad, por pura necesidad (hambre), o por la observación paciente de la conducta humana.

Evidentemente, en comparación con los seres humanos, sin embargo, las innovaciones de los animales son menores en cantidad y mucho más simples (Laland & Reader, 2010). Sin embargo, observaciones anecdóticas han reportado que algunas especies han presentado conductas “creativas” o al menos innovadoras, las cuales se han probado experimentalmente (Laland & Reader, 2010); así, la tasa de innovaciones es particularmente alta en aves y en primates no humanos (Lefebvre, 2013). En efecto, se han observado palomas en el laboratorio y en el campo, innovando frente a la resolución de un problema consistente en alcanzar el alimento que se encuentra distante, analizando también, su eficacia para difundir los nuevos conocimientos a otras palomas (Bouchard et al., 2007).

En la categoría de los primates no humanos, los chimpancés y los orangutanes se perfilan como los más innovadores, y entre las aves, se ha observado que los cuervos de Nueva Caledonia son considerados como excepcionalmente “creativos” (Lefebvre, 2013). Cabe plantear que a pesar de que nuestro pasado evolutivo ha divergido desde decenas de millones de años atrás, las aves son parte de nuestra herencia biológica.

Con respecto a los primates no humanos, de los cuales nos encontramos más cerca genéticamente que de aves, las observaciones de campo documentaron numerosos casos en el contexto del engaño en lugar de en tecnológica de habilidades innovadoras (Byrne & Whiten, 1992). Esto no debería sorprender dado el desarrollo de la interacción social, la interdependencia y

la jerarquía de opresión ampliamente evidenciada, sobre todo en los grupos de primates donde la supervivencia depende en gran medida de la astucia y de la flexibilidad cognitiva (Byrne & Bates, 2010).

En este orden de ideas, la creatividad en los seres humanos puede ser vista como una extensión de las funciones de supervivencia biológicas fundamentales, relacionadas con la astucia y con el engaño (Zaidel, 2014).

Sin embargo, no todos los primates no humanos demuestran la capacidad para innovar (Byrne & Bates, 2010). Un buen ejemplo lo representan los monos rhesus: La rutina alimenticia preferida por los monos rhesus que viven en una isla de Cayo Santiago, consiste en comer la “carne de coco”. Sin embargo, como señala Marc Hauser (Hauser, 2003), desde los años 60 se ha observado en estos monos, que a pesar de ver que los cocos caen de los árboles, naturalmente, directamente en los incendios de basura generados por el hombre, en los que las ráfagas de las llamas abren la cubierta dura y la carne del interior se dispone para ser consumida, nunca se ha observado que ningún mono haya lanzado intencionadamente un coco a las llamas para exponer su corteza.

Ciertamente, el tamaño del cerebro de las aves se correlaciona fuertemente con las innovaciones generadas en su conducta, en particular gatilladas en la región del cerebro conocida como el neocórtex, mientras que en los primates no humanos las conductas de innovación implican regiones isocorticales y del cuerpo estriado (Lefebvre et al., 2004), más o menos equivalentes a las áreas de asociación corticales en los seres humanos. Particularmente, estas áreas de asociación humana han crecido en el tamaño a través de varios pliegues que han tenido lugar en el cerebro humano en comparación con otros mamíferos y con otros primates en el curso de la evolución adaptativa (Buckner & Krienen, 2013). Estudios meta-analíticos en animales han encontrado que las desviaciones del comportamiento típico que mejoran la supervivencia están asociadas con cerebros más grandes (Lefebvre et al., 2004), aunque el tamaño del cerebro y su relación con las características sociales de los grupos es una posibilidad viable, existe una fuente de debate al respecto (Byrne & Bates, 2010).

Por otra parte, no solo la variante ubicada a nivel de estructuras neurales podría explicar la emergencia de prácticas comportamentales poco comunes y quizás más dotadas de flexibilidad en ciertas especies. Si se considera una perspectiva antropológica frente a cómo la capacidad de aprendizaje y la

emergencia de comportamientos más cercanos a las “tradiciones” y a la socialización de las conductas innovadoras, merecen ser consideradas en la ecuación para comprender la complejidad incluso del ser humano como individuo social:

Los primatólogos del Instituto de Investigación de Primates de la Universidad de Kioto han encontrado una amplia variedad de tradiciones entre las hordas de monos locales. Los machos de ciertas manadas, por ejemplo, se turnan para cuidar de los pequeños mientras sus madres se alimentan. Esto es característico sólo de las manadas de Takasakiyama y Takahashi. También se han observado otras diferencias culturales. Cuando los monos de Takasakiyama comen los frutos del muku, arrojan el duro hueso interior o lo tragan y lo excretan en las heces. Pero los monos de Arishiyama rompen el hueso con sus dientes y comen la pulpa interior. Algunas manadas comen mariscos; otras no. También se han observado diferencias culturales respecto a las distancias características que los monos mantienen entre sí durante la alimentación y respecto al orden de machos, hembras y crías en formación de marcha cuando atraviesan el bosque (Harris, Bordoy, Revuelta & Velasco, 1998, p. 10).

En Japón, en la isla de Koshima, los investigadores observaron un mono enjuagar espontáneamente la arena de su patata en el río antes de comerla, algo que fue visto y emulado por el resto de su grupo (Kawamura, 1959; Kawai, 1965). El mismo mono más tarde innovó al ensayar un método para el lavado de la arena adherida a los granos de trigo. Este método consistía en hundir los granos en el agua, luego el trigo emergía limpio a la superficie (flotaba) y la arena se precipitaba al fondo del río. Muchas más innovaciones en animales han sido descritas por otros autores (Reader & Laland, 2003; Bouchard et al., 2007; Benson-Amram y Holekamp, 2012).

LA DIMENSIÓN ANTROPOLÓGICA Y LAS MANIFESTACIONES CREATIVAS

Si se rastrea parte del pasado evolutivo del ser humano, desde sus acciones y sus maniobras para adaptarse a la realidad, se evidencian “esfuerzos creativos” para asumir las demandas y avatares del contexto que habitaba, por más pasajero e inestable que este pareciera. De este modo, en la actualidad se han señalado diferencias particulares en cuanto al tipo de instrumentos líticos

que seguramente emplearon el Homo habilis, el Homo ergaster, el Homo neanderthalensis (del cual se sabe que además hacía uso sistemático del fuego) y el Homo sapiens (que además llegó a plasmar pictóricamente sus representaciones mentales). Esto puede informarnos acerca del desarrollo cognitivo de nuestros antepasados y seguramente se convertirán en un futuro, en piezas de información fundamentales para rastrear la emergencia de los procesos complejos que antecedieron a la construcción de la civilización y a la comprensión de la génesis del proceso creativo.

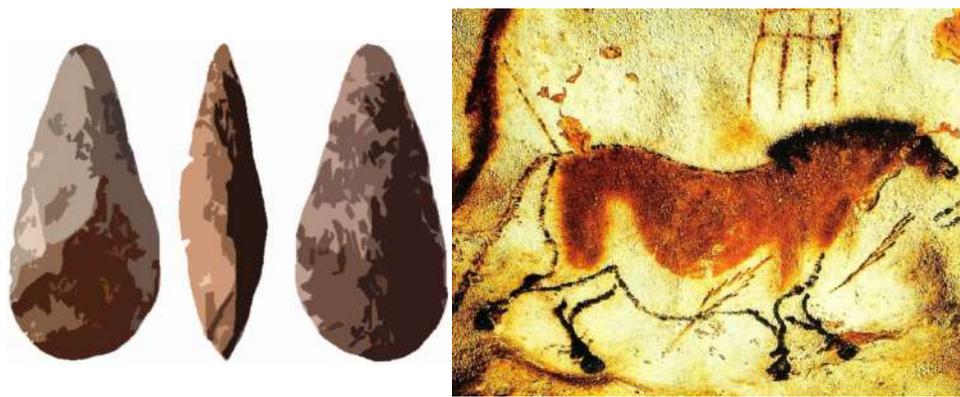


Figura 1. A la izquierda, dibujo de bifaces lanceolados, un tipo refinado de instrumentos líticos (400-250 mil años). A la derecha, pintura rupestre “Caballo” (15000-10000 antes de la era común). Cueva de Lascaux en Francia.

Fuente: Basado en François (1961).

Efectivamente, “observar el pasado” le permite al ser humano estar atento a los diversos fenómenos simbólicos y representacionales que tuvieron lugar en el transcurrir del tiempo y del espacio, permitiéndole reconstruir momentos, épocas, situaciones, imágenes, mientras se hace evidente la lógica dinámica que acepta cada uno de estos acontecimientos como procesos cambiantes. De esta manera, el acto de “observar” en tanto reconocimiento del pasado, enriquece la proyección de los diversos saberes antropológicos del mundo sensible y nutre las posibilidades prácticas enmarcadas en el qué hacer futurista, articulándose a los procesos vivenciales en los cuales el individuo se entretiene. Al considerar las formas de vida de algunas sociedades agrarias en sus orígenes, encontramos diversas

costumbres delimitadas por su maquinaria cultural, la cual le propiciaba referentes a las comunidades para el diseño de herramientas, la construcción de viviendas (desde un estilo arquitectónico particular), la búsqueda de la salud, la realización de ritos, el desarrollo de danzas y cantos ceremoniales y en algunos casos, para la práctica de ofrendas y sacrificios. Así mismo la matriz cultural que atraviesa la cosmogonía y la cotidianidad de los pueblos, proporcionaría referentes a sus miembros para la preparación y consumo de alimentos como, por ejemplo, las bebidas hechas con maíz por el pueblo muisca en la época prehispánica para acompañar tanto celebraciones victoriosas como prácticas asociadas al duelo y a las pérdidas. ¿No habría allí una dinámica colectiva que desde la cotidianidad y la trascendencia identificaba creativamente a los diversos pueblos?

Por supuesto, la arquitectura, la medicina, la física, la filosofía e incluso el ocio (elemento fundamental para la salud del ser humano), cada una de estas prácticas que se fundamentan tanto en formas de ciencia como en vivencias en la actualidad; urdió sus raíces en los referentes que han moldeado sus trayectorias como fenómenos complejos al calor del paso del tiempo.

No obstante, todo este flujo creativo, amarrado a la transformación de la realidad, aunque a veces se ha levantado desde la supuesta sensación física de soledad que conmueve la sensibilidad del individuo que reconocemos como creativo (innovador, artista o sujeto inventor), no resulta ajena al hecho según el cual los actos creativos, por más personales y solitarios que aparentemente lleguen a ser, están impregnados de la representación cultural del otro en cuanto alimento esencial para la vida. Así, un artista contemporáneo podría representar la soledad a través de diferentes manifestaciones exquisitas y hacerlo de manera divergente. No, obstante la presencia de los otros (del mundo social), aunque a veces ausente de manera explícita en la obra del artista, se manifiesta desde la intención de hacer pública la expresión sensible a través de lo pictórico.



Figura 2. Dibujos del pintor caleño Ever Astudillo. Dos momentos pictóricos diferentes, el cuadro de la izquierda corresponde a una figura de espaldas observando la ciudad. El cuadro de la derecha es una obra expuesta en el Primer Congreso de Antropología realizado en octubre de 1978; en la ciudad de Popayán-Colombia. En estos cuadros el pintor plasma a individuos que contemplan el entorno desde la sensación de un futuro incierto.

Fuente: Dibujo del maestro Ever Astudillo, cortesía de la antropóloga Amanda Astudillo (Hermana del artista); y dibujo a lápiz del maestro Ever Astudillo, cortesía del profesor Edgardo Cayón Armella (Amigo del artista). Las dos producciones pertenecen a colecciones personales respectivamente.

Del mismo modo, la presencia social del otro estaría involucrada en la representación del cuerpo que se plasma en muchas de las obras de arte que se constituyen como un legado para la humanidad. En ellas el otro aparece en su *presencia pictórica representacional* como, por ejemplo, en la Creación de Adán donde una figura divina toca su dedo índice, o como el otro intencional que presencia la creación del artista y de su obra en tanto acto personal pero público, como sucede cuando apreciamos la belleza plasmada en la Venus de Willendorf.



Figura 3. La Creación de Adán de Miguel Ángel (año 1511 aproximadamente) y la Venus de Willendorf (28.000 o 25.000 años antes de la Era común), ambas obras de arte consideradas patrimonio de la humanidad.

Fuente: Tomado de la Capilla Sixtina virtual (<https://bit.ly/3ukWXVF>) y del Museo de Viena virtual (<https://bit.ly/3uooLJ0>).

Esta permanente presencia del otro y lo social en nuestras expresiones cognitivas, emocionales, artísticas y cotidianas, quizás señale el papel trascendental de las formas creativas e innovadoras que fueron caracterizando las maneras de pensar del ser humano en su carrera evolutiva. Es probable que la creatividad represente, hasta cierto punto, la plataforma que hizo posible la aparición de las manifestaciones culturales propias del ser humano. En este sentido, el materialismo presente en los planteamientos de Darwin (fundamentados en los mecanismos de selección natural) podría integrarse a la perspectiva que piensa la *evolución cultural* desde la posibilidad que le brindó la emergencia de la *cognición creativa* en el escenario de las relaciones entre el sí mismo y el otro (Gabora, 2019).

CONCLUSIONES

Resulta fundamental reconocer el origen de la conducta innovadora y creativa considerándolo desde las ciencias biológicas que involucran la reflexión acerca de otras especies. Algunas conductas innovadoras por parte de determinadas especies de simios podrían asumirse como pre-culturales, pero también eventualmente nos re-dirigirán sobre la idea que intenta comprender cómo en el trasegar del tiempo nos fuimos convirtiendo en organismos que usaban elementos del medio (como las piedras, las ramas y el fuego) para luego constituirnos como seres que construyeron herramientas

líticas e instrumentos en general para adaptarse mejor a sus entornos más inmediatos. No obstante, todo este contexto de avance “cultural” y creativo, también podría orientarnos finalmente hacia la revisión de los fenómenos mediante los que llegamos a elaborar representaciones ciertamente sublimes tales como pinturas, arte parietal y mobiliario, mientras tenía lugar la ebullición de un mayor nivel de flexibilidad cognitiva, ligado a la emergencia del lenguaje, de lo simbólico, de los saberes ancestrales y de la dimensión socio-cultural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buckner, R. L., and Krienen, F. M. (2013). The evolution of distributed association networks in the human brain. *Trends Cogn. Sci.* 17, 648–665. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.017>.
- Byrne, R. W., and Bates, L. A. (2010). Primate social cognition: uniquely primate, uniquely social, or just unique? *Neuron* 65, 815–830. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.03.010>.
- Byrne, R. W., and Whiten, A. (1992). Cognitive evolution in primates: evidence from tactical deception. *Man* 27, 609–627. <https://doi.org/10.2307/2803931>.
- François, B. (1961). Bifaces des types classiques. *Typologie du Paléolithique ancien et moyen. Imprimeries Delmas, Bordeaux*, 57-66.
- Gabora, L. (2019). Creativity: lynchpin in the quest for a viable theory of cultural evolution. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.09.013>
- Harris, M., Bordoy, V., Revuelta, F., & Velasco, H. M. (1998). *Antropología cultural*. Madrid: Alianza.
- Hauser, M. D. (2003). “To innovate or not to innovate? That is the question,” in *Animal Innovation*, eds S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford: Oxford University Press, 329–337. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526223.003.0015>.
- Hinde, R. A., and Fisher, J. (1951). Further observations on the opening of milk bottles by birds. *Brit. Birds* 44, 393–396.
- Kozbelt, A. (2019). 6 Evolutionary Approaches to Creativity. *The Cambridge Handbook of Creativity*, 109.
- Laland, K. N., and Reader, S. M. (2010). “Comparative perspectives on human innovation,” in *Innovation in Cultural Systems: Contributions*

- from Evolutionary Anthropology*, eds M. J. O'Brien and S. J. Shennan. Cambridge, Mass: MIT Press, 37–51.
- Lefebvre, L. (2013). Brains, innovations, tools and cultural transmission in birds, non-human primates and fossil hominins. *Front. Hum. Neurosci.* 7:245. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00245>.
- Lefebvre, L., Reader, S. M., and Sol, D. (2004). Brains, innovations and evolution in birds and primates. *Brain Behav. Evol.* 63, 233–246. <https://doi.org/10.1159/000076784>.
- Zaidel, D. W. (2014). Creativity, brain, and art: biological and neurological considerations. *Frontiers in human neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00389>.

CAPÍTULO 2.

LA PREDETERMINACIÓN BIOLÓGICA Y LA FLEXIBILIDAD CONDUCTUAL

Laura Carolina Pabón Sandoval

<https://orcid.org/0000-0002-1772-9952>

laura.pabon00@usc.edu.co

Liga Huilense de Deportistas con
Parálisis Cerebral – LIHUILDE PC).
Huila, Colombia

Sirsa Aleyda Hidalgo Ibarra

<https://orcid.org/0000-0001-7213-2510>

sirna.hidalgo00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia

Christian Andrés Rojas Cerón

<https://orcid.org/0000-0001-9690-5485>

christian.andres.rojas@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Oscar Mario Tamayo Buitrago

<https://orcid.org/0000-0001-6108-8868>

oscar.tamayo00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia

Gabriel Arteaga Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-6198-8671>

gabriel.arteaga@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Alfonsina del Cristo Martínez Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-8205-5747>

alfonsina.matinez00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali.

Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Pabón-Sandoval LC., Hidalgo-Ibarra SA., Rojas-Cerón CA., Tamayo-Buitrago OM., Arteaga-Díaz G., Martínez-Gutiérrez A del C. & Ocampo ÁA. La predeterminación biológica y la flexibilidad conductual. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 37-65.

LA PREDETERMINACIÓN BIOLÓGICA Y LA FLEXIBILIDAD CONDUCTUAL

Laura Carolina Pabón S. - Sirsa Aleida Hidalgo - Christian Rojas - Oscar Tamayo B. Gabriel Arteaga Díaz - Alfonsina Martínez - Álvaro A. Ocampo.

RESUMEN

El presente capítulo aborda el neurodesarrollo intrauterino, el nacimiento y el desarrollo nervioso extrauterino, a la luz de la constitución de la complejidad del cerebro. El objetivo de esta parte del libro consiste en realizar una aproximación a la relación existente entre el sistema nervioso en construcción y la posibilidad que eventualmente desarrolla el humano para manifestar comportamiento flexible, como requisito fundamental para la emergencia de la cognición creativa.

INTRODUCCIÓN

En términos generales, el desarrollo del sistema nervioso puede asumirse como el proceso de organización neurológica gradual que experimenta el ser humano para la adaptación y configuración en pro del despliegue de funciones cada vez más complejas, y su conocimiento ha sido fundamental en el tratamiento de múltiples trastornos y enfermedades de tipo degenerativo. Desde un abordaje comprensivo morfofuncional, el desarrollo del sistema nervioso puede entenderse en función de tres ventanas temporales: desarrollo prenatal, nacimiento y desarrollo postnatal, respectivamente.

Inicialmente, el neurodesarrollo tiene lugar, de una manera secuencial a lo largo de una serie de etapas que son comunes a todos los individuos de la especie. Sin embargo, luego del nacimiento, las transformaciones del ser humano tienen que ver con aspectos genéticos, biológicos y ambientales.

De esta manera, en el proceso de construcción de la vida humana viable, tienen lugar una serie de eventos neurológicos que se presentan de manera subsecuente y que resultan importantes de considerar para propiciar

un contexto inicial de aproximación al vínculo que existe entre nuestra dimensión biológica y la posibilidad de manifestar comportamientos mediados por la flexibilidad; todo ello con el objetivo común de establecer un mantenimiento eficiente de una red de rutas neuronales de gran precisión, en el que su normal desarrollo permitirá que los individuos puedan disfrutar con plenitud todo tipo de vivencias.

Para comprender la relación entre los procesos psicológicos y la dimensión neurobiológica existen diversos métodos. El primero consiste en estudiar la relación entre las transformaciones del sistema nervioso y los cambios a nivel de los procesos psicológicos. El segundo se orienta a indagar acerca de las conquistas psicológicas del niño y a elaborar inferencias acerca de la maduración a nivel neurológico. El tercer método se encamina hacia el estudio de las alteraciones cerebrales y el establecimiento de una relación con los trastornos del desarrollo (Kolb & Fantie, 1997).

Este capítulo, se ocupará de las dos primeras formas metodológicas, en aras de proponer una aproximación a la relación entre el sistema nervioso en construcción y la posibilidad que eventualmente desarrolla el humano para manifestar comportamiento flexible.

NEURODESARROLLO INTRAUTERINO. LA EMERGENCIA DE LA COMPLEJIDAD NERVIOSA

Durante la etapa prenatal se evidencia el ritmo más acelerado de desarrollo cerebral. En este periodo se espera que se formen alrededor de 250 000 células cerebrales por minuto, las cuales están programadas genéticamente para proliferar durante los primeros 6 meses de desarrollo intrauterino. Aunque también se sabe que, entre un 25 y 33 por ciento de las neuronas del cerebro se suprimen durante el proceso de proliferación y migración neuronal.

Particularmente, el desarrollo del sistema nervioso se inicia durante la etapa embrionaria, a partir de una *capa primitiva ectodérmica*. De esta capa surgen tanto las células epidérmicas, como las células nerviosas (ver figura 4).

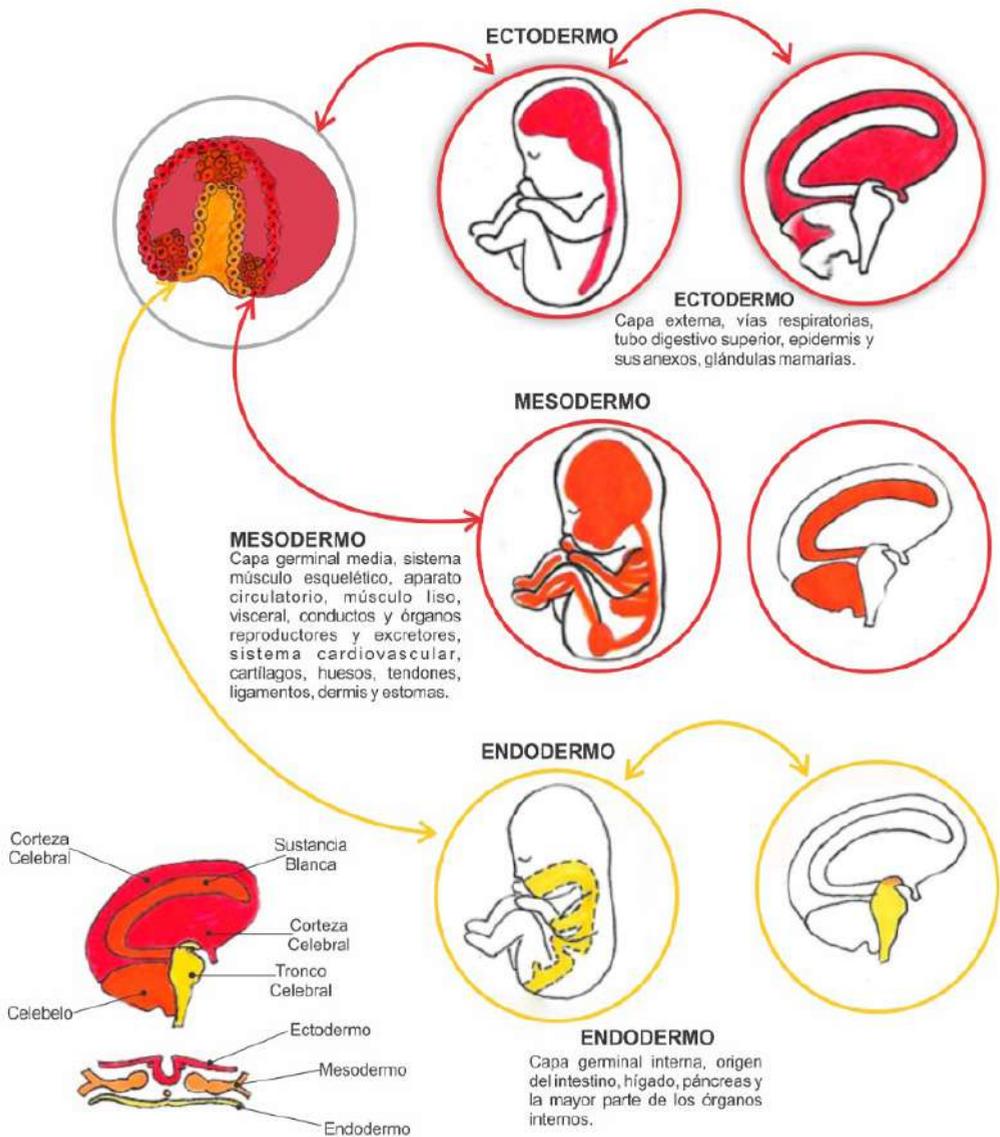


Figura 4. Relación estructural entre ectodermo, mesodermo y endodermo.

Fuente: Basado en dibujo de_EcuRed - Enciclopedia colaborativa en la red cubana (<https://bit.ly/3fYdxw>).

A partir de la tercera semana del periodo gestacional, puede asumirse que estas células precursoras dan lugar al denominado *tubo neural*, que está constituido por células madre desde la parte dorsal del embrión.

Específicamente, desde el polo rostral del tubo neural se dará origen al cerebro, mientras que de la parte más caudal se derivará la médula espinal (Moore & Persaud, 2016).

Entre la cuarta y la octava semana del proceso de gestación, la región anterior del tubo neural se expandirá configurando las tres vesículas cerebrales que se denominan *rombencéfalo*, *mesencéfalo* y *prosencefalo*. Del rombencéfalo se originará el bulbo raquídeo, la protuberancia y el cerebelo propios del adulto; mientras que del mesencéfalo se derivará la estructura que lleva el mismo nombre. De la misma manera, a partir del prosencefalo se constituirán las vesículas mesencefálicas que posteriormente darán origen a los hemisferios cerebrales y a las estructuras tanto diencefálicas como telencefálicas (ver figura 5).

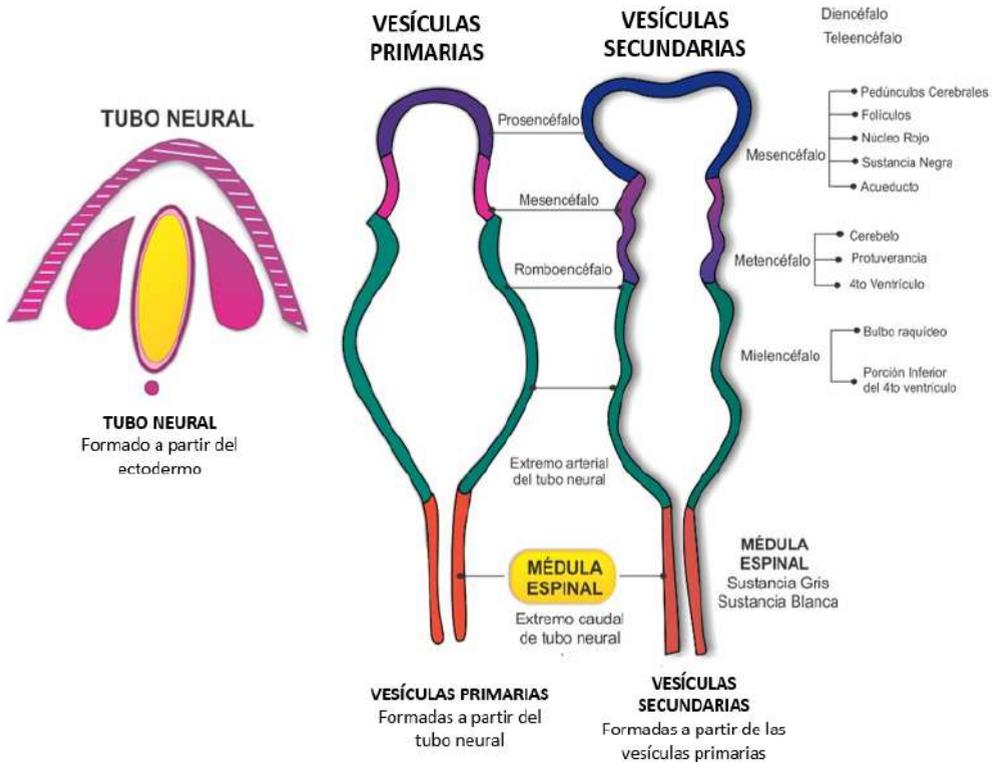


Figura 5. Relación entre las vesiculaciones del tubo neural y las estructuras del cerebro adulto.

Fuente: Basado en dibujo del desarrollo del tubo neural (<https://bit.ly/3cMC9Ao>).

En el marco de la etapa fetal, a partir de la novena semana, la macroestructura del cerebro empezará a abandonar su morfología lisencefálica y paulatinamente se irá perfilando como un territorio notoriamente plegado (cerebro girencefálico). Inicialmente, se observará la *cisura longitudinal* o interhemisférica que separa ambos hemisferios cerebrales (puede verse a las 10 semanas) y posteriormente se irán constituyendo otras cisuras muy importantes como lo son el *surco lateral* (14 semanas), la *cisura parietoccipital* (14 semanas), el *surco del cíngulo* y el *surco calcarino* (Stiles y Jernigan, 2010). Así mismo, a las 20 semanas del periodo gestacional se evidenciará claramente el *surco central*.

Evidentemente los cambios en este momento del neurodesarrollo no solo tienen lugar a nivel de la anatomía gruesa del sistema nervioso, sino que también se reflejan en su composición histológica. En este sentido, es necesario mencionar la importancia de cuatro fases significativas del desarrollo neural: 1) neurogénesis y migración celular, 2) diferenciación y maduración de las conexiones, 3) mielinización axonal y 4) poda sináptica y muerte neuronal (Escobar y Pimienta, 2016; Bustamante, 2016; Snell, 2014).

El periodo designado como neurogénesis tiene su inicio de la mano con la conformación del tubo neural y llega a su término, más o menos a mediados del proceso de gestación. Más concretamente, la neurogénesis del desarrollo comprende principalmente el periodo embrionario, que tiene lugar a lo largo de las primeras ocho semanas del embarazo (ver figura 6).

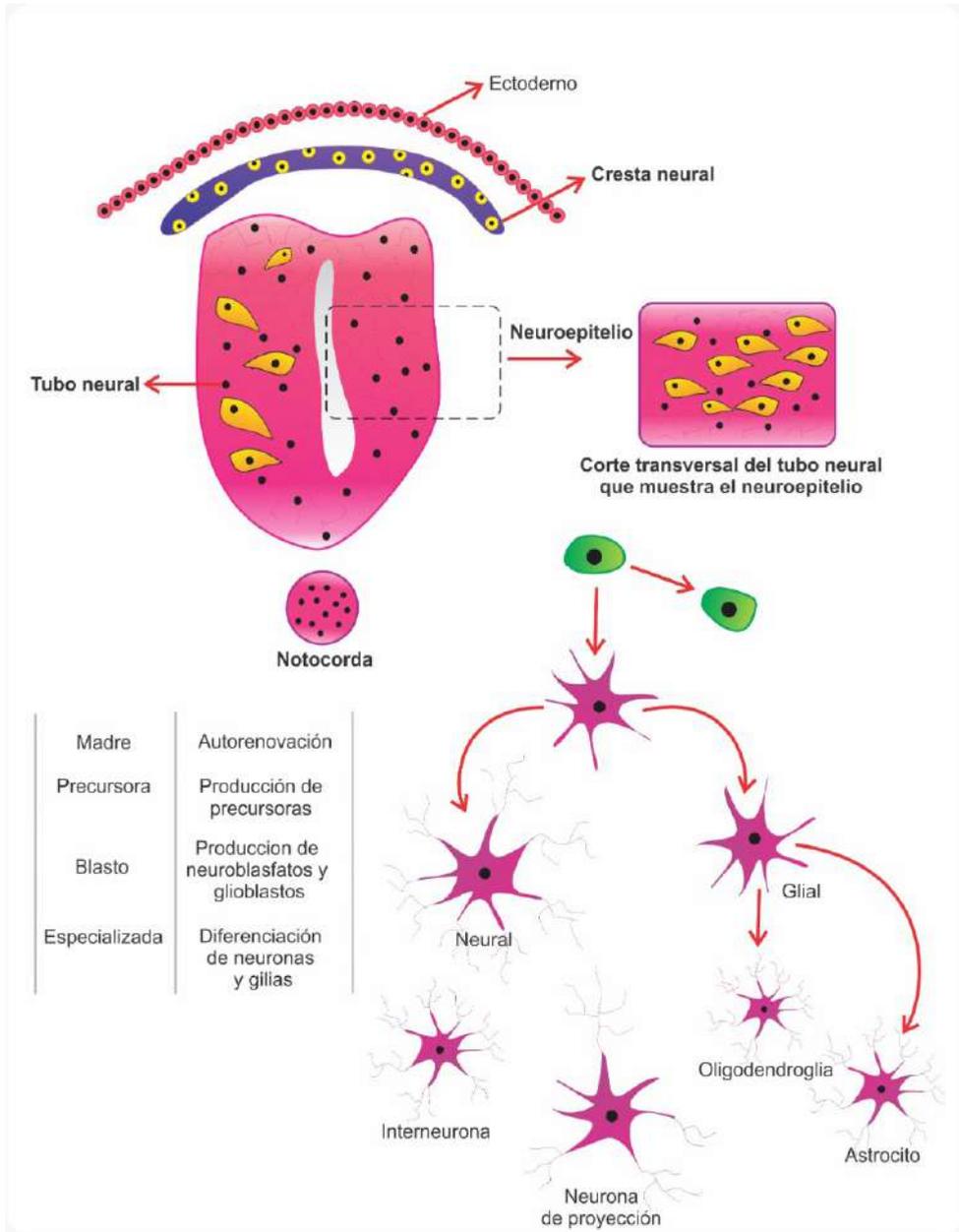


Figura 6. Corte transversal del tubo neural que muestra esquemáticamente el proceso de neurogénesis.

Fuente: Basado en Kolb & Whishaw (2001).

En cuanto al proceso de migración celular, este se extiende también durante la fase del desarrollo fetal. En este momento del micro-neurodesarrollo, los *neuroblastos* y los *glioblastos* producirán neuronas y glias respectivamente. El tejido de origen de las neuronas corticales y subcorticales se asocia a tres estructuras claramente identificables, la *zona ventricular* de tubo neural (epitelio germinativo ventricular), la *zona subventricular* y la *eminencia ganglionar media* (Mathis, Delaunay & Nicolas, 2019). La zona ventricular, es la región donde tiene lugar la mayor producción de neuronas originadas en el tubo neural. En la medida en que los neuroblastos empiezan a abandonar la zona proliferativa ventricular se van organizando en una banda de células constituyendo la denominada *placa primordial plexiforme*. En esta capa se configuran, en la parte superior, las *neuronas de Cajal-Retzius* y las *neuronas de la subplaca*².

Más tarde, este epitelio germinativo dará origen a las primeras neuronas piramidales que se ubicarán en las capas infragranulares de la corteza cerebral (LV y LVI). Estas células comenzarán a desplazarse siguiendo un patrón de orientación adentro-afuera (inside-out), es decir de la zona ventricular (superficie más interna del tubo neural), hacia la zona marginal (Marín-Padilla, 1992). Estas neuronas piramidales de proyección de la corteza cerebral sientan su origen en la zona ventricular de la región dorsal del telencéfalo (el *palio*³) y luego migran radialmente atravesando la zona intermedia de la corteza para ubicarse en su posición definitiva en el territorio de la placa cortical (Angevine & Sidman, 1961; Nadarajah, Brunstrom, Grutzendler, Wong, & Pearlman, 2001).

-
- 2 La subplaca (SP) es una estructura citoarquitectónica transitoria propia del feto, que contiene la mayoría de las aferentes subcorticales y cortico-corticales, y desempeña un papel fundamental en el desarrollo estructural del cerebro adulto sano. Existe evidencia (aunque aún no resulta concluyente) de que la esquizofrenia y el autismo pueden estar determinados por defectos en el desarrollo de la corteza o los circuitos corticales durante las primeras etapas del embarazo. Particularmente, la SP se ha descrito como un amplificador cortical que se implica en la coordinación de la actividad de la corteza y en las ventanas sensibles de crecimiento/migración neuronal que tienen consecuencias cruciales con respecto al funcionamiento cognitivo (Serati et al., 2019).
 - 3 En este caso el término *palio* no se asume como sinónimo de corteza, sino que hace referencia al techo del telencéfalo que da lugar a estructuras corticales, hipocampales, al claustrum y a algunos núcleos amigdalinos. Por su parte, el *subpalio* tiene que ver con el origen de estructuras relacionadas con la base del telencéfalo como: los núcleos de la base, la región septal y algunas estructuras amigdalinas.

Es importante resaltar que estas migraciones iniciales son lideradas por las *glias radiales*, que “guían” a las primeras neuronas para que se organicen en su lugar de destino (Goldman-Rakic & Porrino, 1985) y en ocasiones este proceso, puede llevarse a cabo a través de largas distancias (ver figura 7).

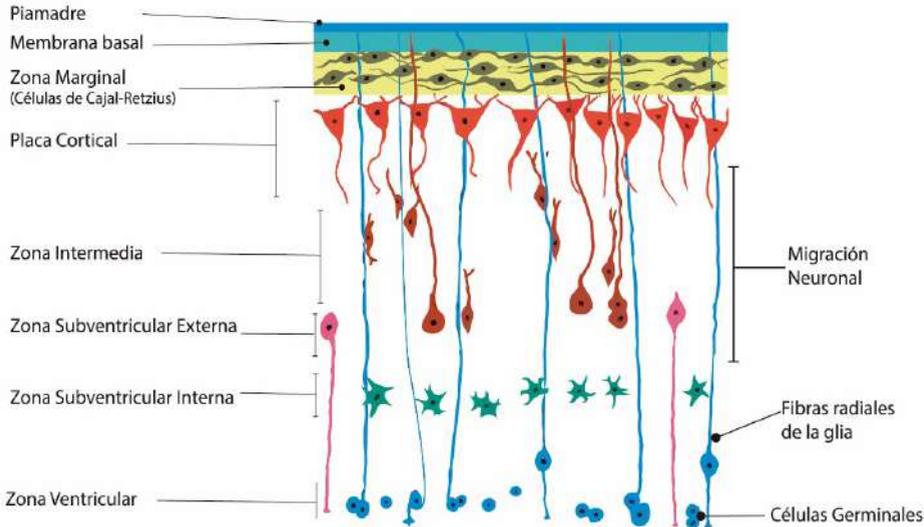


Figura 7. Relación entre las glías radiales y el proceso de migración celular que contribuye a la corticogénesis.

Fuente: Basado en Kolb & Whishaw (2001).

Posteriormente, las células que proliferan a partir de la zona subventricular y derivadas de las neuronas de las capas V y VI, conformarán las láminas supragranulares (LII y LIII), que serían filogenéticamente más recientes, perfilándose de esta manera, como células piramidales de ubicación más superficial. Por último, la eminencia ganglionar media dará origen a la población de interneuronas (neuronas no-piramidales) estrelladas no espinosas que se distribuirán prácticamente por todo el territorio cortical. Estas interneuronas se originarían fuera de la corteza y llegarían a esta a través de un proceso migratorio tangencial (Tan, Kalloniatis, Sturm, Tam, Reese, & Faulkner-Jones, 1998; Mione, Cavanagh, Harris & Parnavelas, 1997). Ver figura 8.

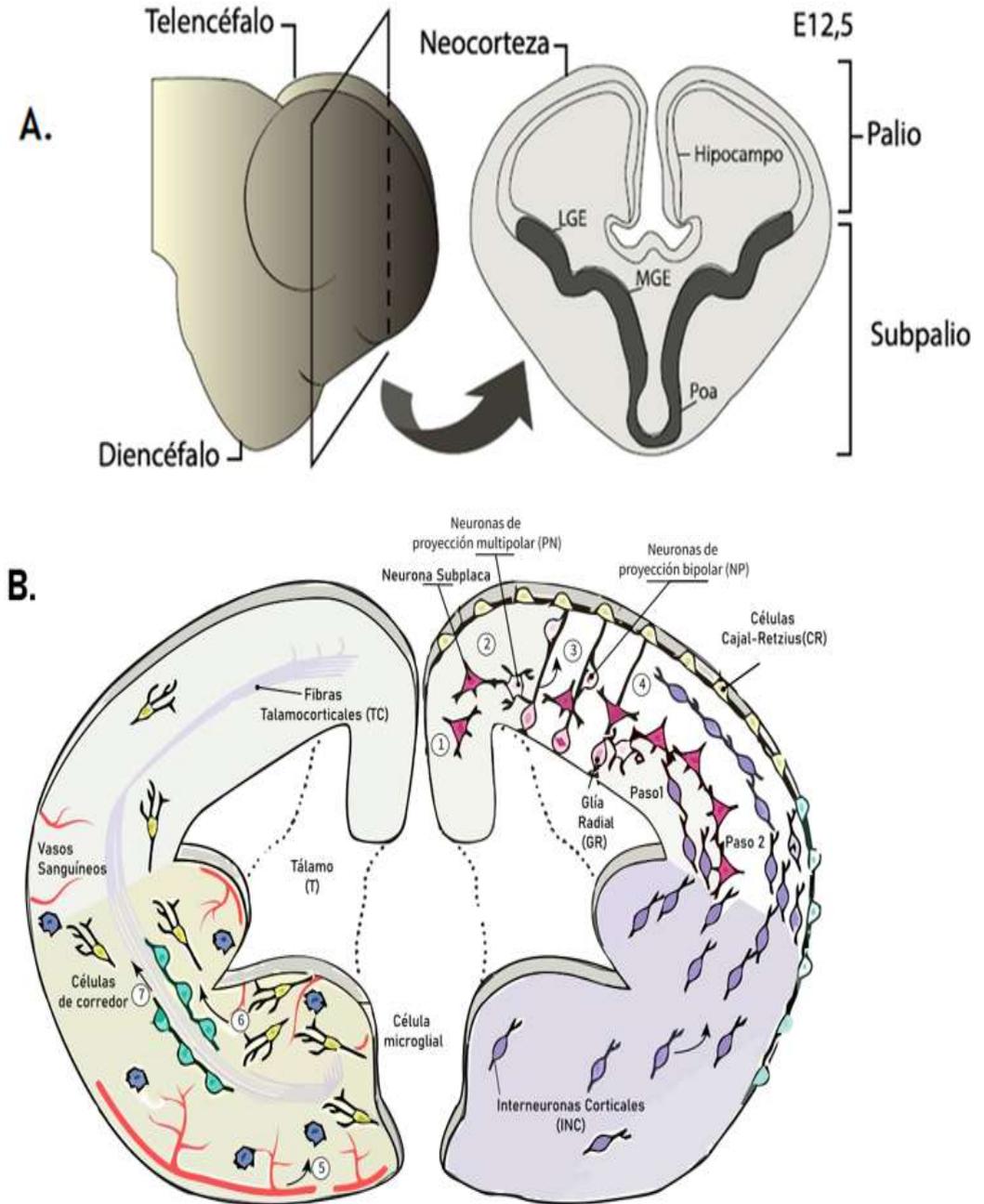


Figura 8. Proceso de migración neuronal. **A.** representación esquemática de un cerebro humano de doce días y medio. A la izquierda se presenta una sección transversal del telencéfalo. LGE (por sus siglas en inglés),

eminencia ganglionar lateral; MGE (por sus siglas en inglés), eminencia ganglionar medial; Poa (por sus siglas en inglés), área preóptica. **B.** estrategias de migración utilizadas por las células neurales de ratón para colonizar el territorio de la corteza cerebral en desarrollo, neuronas de la subplaca (SP) (**Paso 1**) y células de Cajal-Retzius (CR) (**Paso 2**) migran al inicio de la corticogénesis y se asientan debajo de la placa cortical o la pía respectivamente. Durante el desarrollo se generan diferentes subtipos de CR (azul claro y verde pálido). Las neuronas de proyección (NP; rosado claro) son generadas por las células de la glía radial (GR) e inicialmente son primero multipolares. Se someten a una migración no-dirigida y luego se convierten en células bipolares para participar en la locomoción a través de las fibras de la glía radial (**Paso 3**). Llegan a su ubicación final al desprenderse de estas fibras y se someten a una translocación somática final. Las interneuronas corticales (INC) nacen en el subpallium y migran tangencialmente a lo largo de corrientes definidas (Paso 1 y Paso 2) que se ejecutan en la pared cortical antes, alcanzando su capa cortical ad hoc (**Paso 4**). Las poblaciones celulares adicionales que alcanzan la corteza durante el desarrollo e incluyen: **1**) la microglía (que utiliza principalmente vasos para ingresar al prosencéfalo (**Paso 5**)). Se diseminan en el parénquima del prosencéfalo usando movimientos tipo ameboide); **2**) otras poblaciones que alcanzan la corteza por migración tangencial incluyen los precursores de los oligodendrocitos (opc; verde lima) que nacen en el prosencéfalo ventral (**Paso 6**). Las células del corredor están ubicadas en el subpallium y migran ventralmente para permitir la progresión de las fibras talamocorticales (TC) (**Paso 7**). Las flechas representan la dirección de la migración de la microglía (azul oscuro). E, día embrionario; T, Tálamo.

Fuente: Tomado de Silva, Peyre & Nguyen (2019).

Este hecho se ha confirmado definitivamente gracias a estudios genéticos y de linaje celular, en las que los clones de neuronas corticales que se distribuían tangencialmente estaban conformados por interneuronas, y aquellos que se distribuían radialmente contenían tan sólo neuronas de proyección (Tan, Kalloniatis, Sturm, Tam, Reese & Faulkner-Jones, 1998; Mione, Cavanagh, Harris, & Parnavelas, 1997).

Evidentemente este proceso migratorio y de ubicación neuronal, también va contribuyendo a la constitución de la *organización laminar de la corteza cerebral* (propia de las regiones anteriores del tubo neural que conformarán el telencéfalo). Como se mencionó unas líneas atrás, la corteza (neocorteza,

mezocorteza y allocorteza) se van configurando en una dinámica de adentro hacia afuera. En lo concerniente al neopallium, las neuronas que se ubican más profundamente darán lugar a las láminas infragranulares, mientras que las neuronas que llegan a ubicarse más cerca de la superficie del tubo neural conformarán las láminas superiores (Marin-Padilla, 2001). En la misma medida en que tiene lugar este proceso de migración a través de la glía radial, se empieza a llevar a cabo el *crecimiento de las fibras axónicas* de la mano con fenómenos de “afinidad química” entre la terminal axónica y las células diana.

Durante el periodo de desarrollo fetal, al tiempo que las estructuras cerebrales continúan su “crecimiento”, se lleva a cabo la *diferenciación y maduración neuronal*. De esta manera, las neuronas van adquiriendo la morfología y construyendo la “identidad” asociada a su futura funcionalidad y localización dentro del sistema nervioso. Aunque tanto las neuronas piramidales como las no piramidales se encuentran a nivel de cortezas motoras y sensoriales, evidentemente hay un predominio de la actividad piramidal en la corteza motora, exclusivamente dentro de las láminas de proyección (LV y LVI), mientras que en las regiones somestésicas primarias habría un predominio de células granulares, esenciales para recibir y procesar aferencias. Por ejemplo, en la lámina granular interna (LIV) se configuran rutas de conectividad a partir de fibras tálamo-corticales fundamentales para procesar las entradas sensoriales que son relevadas en núcleos talámicos particulares.

Como ya se comentó, no solo las neuronas se organizan a lo largo de las láminas corticales, sino que también los procesos axonales crecen y llegan a ubicarse en territorios pertenecientes a la sustancia gris (como ocurre en las sinapsis de circuito local) y en regiones subcorticales, por ejemplo, formando fibras comisurales interhemisféricas y de proyección. En este sentido, actualmente se puede afirmar que el *fascículo longitudinal inferior*, el *forix* y el *cuerpo calloso* son los tractos que se constituyen más tempranamente en el desarrollo (primer trimestre de la gestación). Lo cual es coherente con las redes funcionales en las que se involucran: procesamiento visual, memoria y comunicación interhemisférica respectivamente, todas ellas fundamentales para el desarrollo sensomotor.

Posteriormente, empiezan a constituirse haces de fibras como la *comisura anterior* (que comunica regiones anteriores de los lóbulos frontales, así como cortezas olfatorias) y el *tracto corticoespinal* (involucrado en las vías asociadas al movimiento voluntario). Por último, se constituyen las *conexio-*

nes frontotemporales, las cuales implican *fibras del giro cíngulo*, el *fascículo uncinado*, así como el *fascículo longitudinal superior*. Junto con el haz comisural que representa el cuerpo calloso, estos conjuntos de fibras se someten a un proceso de maduración más lento, que se prolonga hasta tiempo después del nacimiento, como la adolescencia y la juventud (Lebel, et al, 2012).

Ciertamente, cuando las neuronas se establecen en el territorio donde se supone que operarán de allí en adelante, se inicia claramente el proceso de construcción de conexiones con otras neuronas que las rodean y esto coincide con el crecimiento de las arborizaciones dendríticas (en tanto superficies de contacto sináptico). Este *periodo madurativo y de sinaptogénesis* se inaugura tiempo antes del nacimiento, pero se mantiene a lo largo del desarrollo postnatal.

En este sentido, se reconoce que la neurona diana produce *factores neurotróficos* que inciden en el crecimiento de las fibras axónicas, las cuales terminan compitiendo por estos factores. Así, se plantea que los axones llegarían a reconocer su trayecto evolutivo debido a una quimioafinidad entre los terminales axónicos y las neuronas destinatarias. Parece ser que aquellas neuronas que logran establecer contactos sinápticos cuentan con mayores probabilidades de acceso a los factores neurotróficos, lo cual eventualmente incide en sus posibilidades de sobrevivencia (Oppenheim, 1989; Gazzaniga et al. 2002).

Particularmente se conoce que en el sistema nervioso periférico se encuentra una proteína específica, denominada *Factor de crecimiento nervioso* (FCN), que estimularía el movimiento de los axones “hacia adelante” alejándose de las áreas en las que no hay FCN y dirigiéndose hacia aquellas que contienen dicha proteína. Otras proteínas como el *Factor neurotrófico derivado del cerebro* (FND) podrían desempeñar una función parecida a nivel cerebral (Brodal, 2004).

Es un hecho que las arborizaciones axónicas crecen rápidamente, en la medida en que la migración celular continúa. Estos cruzan contralateralmente configurando vías de conectividad entre los dos hemisferios cerebrales. Por ejemplo, la *comisura anterior* (conjunto de fibras que conecta los lóbulos frontales) se constituye en torno a los dos meses de gestación. Por su parte, la *comisura hipocámpal*, se puede observar hacia los tres meses de la edad gestacional. Posteriormente, tiene lugar la aparición del *cuerpo calloso*, que experimenta un desarrollo más lento y continúa desarrollándose en el

periodo postnatal, quedando completamente constituido hacia los cinco años de edad (Witelson, 1989).

El desarrollo de las arborizaciones dendríticas (visibles hacia el séptimo mes gestacional) es mucho más lento que el de las fibras axónicas y tiene su inicio después de que las células se han ubicado en su destino final. El desarrollo de las dendritas se prolonga hasta la etapa posnatal y está influenciado por las interacciones ligadas a la relación con el ambiente. En cuanto a la conformación de las sinapsis, se han descrito estructuras de este tipo aproximadamente desde el quinto mes del desarrollo fetal (Carlson, 2007).

En síntesis, el desarrollo prenatal comprende desde los 18 días de gestación hasta el alumbramiento o nacimiento. En esta ventana temporal, es fundamental considerar que aproximadamente desde el día dieciocho hasta el cuarto mes, se lleva a cabo un proceso de proliferación de nuevas células nerviosas, migración celular, desarrollo axonal, dendrítico y de algunas sinapsis, puesto que éste último se extiende también a otros momentos después del nacimiento. A partir del cuarto mes inicia específicamente el proceso de diferenciación celular y formación de las microestructuras específicas del sistema nervioso, al tiempo que comienza a disminuir la formación acelerada de neuronas por el mecanismo de apoptosis. Desde el quinto mes de desarrollo prenatal, el sistema nervioso en formación “lidera” el proceso de mielinización de la corteza y de los nervios craneales, hecho que paulatinamente va configurando la emergencia de las dimensiones sensitivo-motoras que hacen parte esencial del organismo en desarrollo. Hacia mediados del sexto mes, tiene lugar la consolidación de procesos vitales como la actividad cardíaca y se empiezan a diferenciar más claramente los lóbulos, surcos y circunvoluciones que conformarán la corteza cerebral. Del mismo modo, aproximadamente hacia el séptimo mes se lleva a cabo el proceso de mielinización celular, específicamente de aquellas neuronas que cuentan con fibras axónicas que se extienden hacia el territorio de la médula espinal (Moore & Persaud, 2016).

Sin lugar a dudas, la etapa prenatal se constituye como un periodo sumamente importante para la configuración del sistema nervioso y el resultado de la calidad de este proceso organizativo, posibilitará –en momentos posteriores del desarrollo humano– el despliegue del potencial neurocognitivo como primates con posibilidades de manifestar conducta flexible.

En este sentido, durante este momento del neurodesarrollo, se reconocen una serie de aspectos que deben considerarse como *factores de riesgo* para el desarrollo integral. Así, factores como: 1) la edad durante la que la mujer queda en estado de embarazo, 2) los conocimientos y educación materna y paterna sobre el proceso y cuidados durante el embarazo, 3) el entorno psicosocial que rodea a la madre durante este periodo, 4) la pertinencia de las actividades físicas en las que se involucra la madre gestante, 5) la calidad del control prenatal, 6) la dimensión nutricional (cuyo período crítico puede señalarse aproximadamente entre los 4 y 5 meses), 7) los procesos de sangrado durante este periodo, 8) las infecciones de las que pudiera ser objeto la madre, o 9) la ingesta de sustancias tóxicas, tales como cigarrillo, alcohol y drogas, por parte de la madre gestante; podrían llegar a constituirse como variables que pueden impactar de manera importante la viabilidad y desarrollo de un individuo sano.

Efectivamente, los factores anteriormente mencionados pueden desencadenar *alteraciones del medio prenatal* (tanto del útero como de los elementos que este brinda para la nutrición del niño) y *del organismo en desarrollo*.

Así mismo, deben considerarse variables de tipo congénito asociadas a diversos errores en la codificación de genes, que eventualmente podrían llegar a alterar el desarrollo de estructuras del sistema nervioso, generar malformaciones⁴ o incluso afectar la viabilidad del organismo como posibilidad biológica.

Otro factor importante, que estaría asociado a alteraciones en procesos migratorios celulares en diversas etapas prenatales podría involucrar toxinas ambientales como el alcohol y las drogas. Estas suponen una amenaza al

4 Considerando criterios morfológicos y embriológicos, algunas de las malformaciones congénitas del sistema nervioso pueden clasificarse como a) *Defectos en la formación del tubo neural* (anencefalia, amielia, mielosquisis, espina bífida); b) *Defectos en el proceso de clivación del tubo neural* (holoprosencefalia, arrinencefalia, anoftalmia o microftalmia, agenesia del cerebelo); c) *Defectos en la migración celular* (lisencefalia, paquigiria, microgiria, status verrucosus, agiria o microgiria del cerebelo, falta de migración de las células de la cresta neural y d) *otras alteraciones* (oclusión congénita del acueducto, síndrome de Dandy-Walker, hidrocefalia, ausencia del cuerpo calloso, malformación de Arnold-Chiari, meningocele, displasia óptico septal, síndrome de Kallman, ezquisencefalia, displasia cortical. Para una mayor información acerca de las malformaciones congénitas del sistema nervioso se recomienda consultar Bustamante (2016) y Snell (2014).

proceso de migración, y en función del momento y del estado de desarrollo fetal podrían comprometer a diferentes regiones cerebrales generando dificultades cognitivas-comportamentales en etapas posteriores de la vida.

NACIMIENTO Y NEURODESARROLLO EXTRAUTERINO. UNA TRAVESÍA FLEXIBILIZANTE

Considerando lo anteriormente expuesto, la génesis de las células que constituyen el sistema nervioso tiene lugar en la etapa prenatal, sin embargo, una característica esencial del desarrollo neural en el ser humano se relaciona con el hecho según el cual el proceso de conectividad entre las neuronas, así como el refinamiento de los circuitos que definen la complejidad de las redes neurales continúa generándose aún después del nacimiento.

Aunque no se encuentra del todo maduro, el cerebro del recién nacido presenta características muy similares a las del cerebro del adulto. La médula espinal, el tallo cerebral y una proporción significativa del prosencéfalo, ya se encuentran desarrollados hacia las cuarenta semanas de gestación. Por su parte el cerebelo, consigue su desarrollo entre el momento del nacimiento y el primer año de vida. En términos ideales, se asume que el bebé debe nacer a las 36 semanas, pero los casos clínicos han mostrado que, un recién nacido prematuro puede sobrevivir incluso si su nacimiento acontece entre las semanas 28 y 36. Particularmente, aquellos que nacen prematuros, se enfrentan con la probabilidad de estar expuestos a mayores riesgos y deben culminar su desarrollo en ambientes adecuados (de la mano de un soporte médico específico), puesto que es posible que presenten dificultades a nivel de sus procesos de control de la homeóstasis, como lo son la auto-regulación de la temperatura y la realización adecuada de la función respiratoria.

En términos psicológicos, el desarrollo asociado al nacimiento se reconoce como una *transición ecológica prototípica*, puesto que después del alumbramiento, el bebé deja de interactuar con el sistema madre-útero y se incorpora a un ambiente físico y social “totalmente nuevo” (Bronfenbrenner, 1991). Así, el recién nacido se desvincula del acoplamiento biológico permanente con la madre, para implicarse en un acoplamiento de tipo psicológico, pero que aún está marcado por la dependencia física-biológica. En este momento del desarrollo, resulta vital el papel tanto de la madre como del infante, puesto que las adaptaciones al nuevo medio implican de antemano, 1) la recepción de una mayor información sensorial,

2) la modificación del sistema nutricional, y 3) el establecimiento de formas de contacto con la madre, el ambiente y con los otros que poco a poco se van incorporando a la experiencia de vida del neonato (estas delimitan situaciones diferentes a las vividas en el habitáculo delimitado por el útero).

De acuerdo con este derrotero lógico, en este momento resulta fundamental que el infante se adapte al nuevo entorno y a las implicaciones que trae consigo vivir por fuera del medio uterino.

De la mano con las demandas adaptativas asociadas al nacimiento y a los desafíos postnatales, se deben considerar las condiciones en que tiene lugar el alumbramiento, o las implicaciones del mismo. Por ejemplo, un *trauma mecánico* originado en la región de la cabeza debido a aspectos asociados al nacimiento asistido por fórceps (que busca facilitar la movilidad del bebé a través de la vía del parto) puede generar también repercusiones sobre la frágil estructura craneana, con consecuencias en el tejido cortical y su dimensión funcional, ya que más allá de las posibles repercusiones estéticas, este tipo de procedimiento puede ocasionar fracturas del cráneo fetal (aunque poco frecuentes) o lesiones del cerebro (algunas veces relacionadas con la aparición posterior de fenómenos epilépticos). Así mismo, un suministro inadecuado de oxígeno al momento del nacimiento, como ocurre en el caso de la *asfixia perinatal* (la cual puede presentarse antes del nacimiento, durante los eventos asociados al parto, o después del nacimiento) puede afectar seriamente las células nerviosas relacionadas con la función motora tanto visceral como muscular, lo que podría desencadenar la muerte del bebé o generar alteraciones motoras que se perfilarían como formas futuras de discapacidad; tal es el caso de la parálisis cerebral, que consiste en un grupo de trastornos neuromotores no progresivos y permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura del feto o del lactante, que puede presentar diversas etiologías (prenatales, perinatales y postnatales). Los trastornos motores propios de la parálisis cerebral están a menudo acompañados de alteraciones en la senso-percepción, la cognición, la comunicación y la conducta, así como por epilepsia y problemas músculo-esqueléticos (Quiguanás, Millán, Rodríguez, Pabón & Vera, 2019). Lo anterior sugiere la importancia de velar por la integridad de los tres compartimientos que vienen a hacer parte fundamental del sistema nervioso: Neuronal, glial y vascular.

No obstante, en términos normales, el bebé necesita comenzar a respirar rápidamente una vez retirado el vínculo con el organismo materno (hasta entonces sustentado por el cordón umbilical), y al poco tiempo de nacido,

debe iniciar el proceso de “alimentación por su propia cuenta” (obviamente asistido por la madre y por el repertorio de reflejos que ha ido configurando antes de nacer, por ejemplo, el *reflejo de succión*). Del mismo modo, el infante también necesita llegar a regular la temperatura con eficiencia y construir su sistema inmunológico, en la interacción con el ambiente y a partir de las inmunoglobulinas que “recibe” durante el proceso de lactancia.

Visto en perspectiva, el desarrollo postnatal comprende el periodo después del nacimiento del niño hasta el fin del ciclo vital y se considera como un proceso discontinuo que busca la adaptación del individuo mediante el cubrimiento de las demandas que le presenta el medio y el contexto social al que pertenece. Actualmente se conoce que, al momento de nacer, el ser humano cuenta con un número de neuronas mayor al que va a necesitar a lo largo de su vida. En este sentido, los procesos de poda sináptica y muerte neuronal selectiva contribuyen al refinamiento de la conectividad requerida por el sistema nervioso, por lo que aquellas conexiones funcionales van a ser biológicamente favorecidas, mientras que las conexiones que no se involucren en redes de procesamiento neural efectivas serán eliminadas de manera selectiva.

Por tanto, es posible afirmar que al nacer el ser humano establece una serie de contactos con el ambiente, en condiciones de plasticidad cerebral y en ese sentido requiere de menos sistemas conductuales predeterminados. De esta manera, el nivel de plasticidad y flexibilidad del sistema nervioso se ve desafiado en la medida en que el sujeto humano interactúa con el ambiente.

Al momento del nacimiento el neonato dispone de una cuarta parte del peso encefálico con el que contará en la vida adulta. Durante el primer año de vida, el cerebro aumenta rápidamente su tamaño, en parte debido a procesos de complejización de las arborizaciones dendríticas y de mielinización de las fibras axónicas, lo cual paulatinamente le va permitiendo al infante realizar tareas cognitivas cada vez más refinadas.

La mielinización de las cortezas sensitivas y motoras primarias tiene lugar antes del nacimiento. Hacia los cuatro meses del periodo postnatal se mielinizan las cortezas asociativas relacionadas con los procesos perceptivos, en tanto que en los territorios frontal y parietal dicho proceso se inicia en periodos postnatales y se extiende hasta la segunda década de la vida (Edin, Macoveanu, Olesen, Tegnér & Klingberg, 2007).

Se acepta que un adecuado proceso de mielinización influye en el desarrollo a nivel del procesamiento visual, sensoriomotor y cognitivo. Por el contrario, aspectos como ciertas enfermedades, la desnutrición e incluso la estimulación inadecuada, podrían afectar el proceso de mielinización ocasionando dificultades en el despliegue de las habilidades cognitivas y los mecanismos psicológicos implicados en la conducta flexible.

Después del periodo postnatal primario, el infante comienza a lograr conquistas y reajustes en su comportamiento. Estas conductas, son de naturaleza perceptual, motora, y cognitiva. A lo largo de este periodo, las regiones corticales incrementan su nivel de conectividad entre sí, especialmente en cortezas asociativas, lo cual permite que el bebé implemente dichas conexiones para poner en marcha las habilidades que recién conquista y afinar su capacidad para realizar nuevas actividades.

Particularmente, las conquistas a nivel del comportamiento motor, la función cognitiva y lingüística, se cuentan dentro de las más trascendentales para la dinamización del desarrollo humano. Haciendo referencia al desarrollo del componente psicomotor, se conoce que el infante comienza a desarrollar paulatinamente la tonicidad muscular y aumenta de manera gradual su capacidad para efectuar movimientos cada vez más precisos y finos. En este orden madurativo y experiencial, también logra sostener la cabeza, afianzar la musculatura de su tronco y coordinar los movimientos de las manos, hasta ser capaz de oponer el pulgar al índice y llevar a cabo tareas que involucren la manipulación de objetos pequeños. Así mismo, el infante en desarrollo logrará acceder a conquistas como la coordinación del habla (que sienta sus bases en el desarrollo de estructuras corticales motoras). Otro avance esencial se relaciona con el manejo de esfínteres, vinculado a sus logros a nivel de conductas cada vez más autónomas y afectivamente refinadas (para mayor información sobre este aspecto ver el capítulo 3 de esta obra: El desarrollo psicológico y la ontogénesis de la creatividad).

Por otro lado, los estudios con otras especies han sustentado la importancia de la relación entre el ambiente y el sistema nervioso. En este punto parece necesario hacer referencia a Held y Hein (1963), quienes analizaron el proceso de desarrollo de las habilidades perceptivas y motoras en gatos en edades tempranas que fueron mantenidos en condiciones de privación sensorial durante los primeros meses de vida. Así, en ciertos momentos del día a los animales se les permitía caminar en un ambiente especial conformado por un espacio circular (visualmente enriquecido) en el que

se encontraban enganchados a un arnés giratorio. Efectivamente, ambos gatitos fueron expuestos al mismo ambiente visual. Sin embargo, uno de ellos tenía sus patas fuera de la canasta y podía caminar, mientras que el otro se mantuvo arropado dentro de la góndola, sin poder ver sus extremidades. Es decir que solo el primer gato pudo asociar su acción con los inputs visuales que experimentaba. En estas condiciones, finalmente, el animal que recibía información visual del ambiente, pero sin retroalimentación visual de sus extremidades en movimiento al interactuar con el medio, se comportaba como funcionalmente ciego. Esto de entrada, apoya la idea de acuerdo con la cual el desarrollo típico de las coordinaciones sensorio-motoras asociadas al movimiento, requiere de la integración de la estimulación perceptiva con los procesos motores que el organismo produce de manera activa (Ver figura 9).



Figura 9. Situación experimental empleada en el estudio de Held y Hein.

Fuente: Basado en Held & Hein (1963).

En efecto, en buena medida podrían derivarse múltiples reflexiones a partir de este estudio, no obstante, también los resultados sugieren que la percepción del espacio surge como producto del movimiento. En este sentido, Varela (2000) plantea que el espacio, aunque es asumido como una realidad objetiva y fáctica, se constituiría como totalmente inseparable del hecho que para construirlo nos vemos en la necesidad de manipularlo mediante la dimensión sensoriomotriz.

Por otro lado, Knott et al. (2002) estimularon durante 24 horas las vibrisas (bigotes) de un ratón, que se sabe, están asociadas fuertemente, mediante conexiones cortico-talámicas, con la corteza sensorial del roedor. Estos investigadores encontraron que se presentó un incremento de sinapsis axoespinoas de inervación dual⁵, mientras que las sinapsis axoespinoas excitatorias no aumentaron su número. Lo cual no solo apoya la idea de que se pueden generar modificaciones a nivel citomorfológico de la mano con interacciones ambientales, sino que, probablemente sugiere el papel de la naturaleza dinámica de las sinapsis GABAérgicas en los procesos de plasticidad.

También se han llevado a cabo estudios de privación mono-ocular en ratones, los cuales han descrito una pérdida de las espina dendríticaa y del eje dendrítico asociados a la sinapsis inhibitorias que harían parte de la corteza visual (área visual V1) que proyecta el ojo lesionado, lo cual sugiere una relación entre el input ambiental que en condiciones normales, aportaría el ojo privado a partir de fibras geniculocalcarinas y los estímulos provenientes del ambiente (Chen et al., 2012; van Versendaal et al., 2012).

En términos generales, la relación entre procesos sinápticos y medio ambiente, en estos casos, evidenciaría una dinámica de frecuente “aparición y desaparición” del componente inhibitorio que constituye las sinapsis axoespinoas de inervación dual.

Kandel, Barres & Hudspeth (2013) afirman que actualmente existen pruebas considerables sobre la plasticidad en la química sináptica asociada a las interacciones con el entorno. Estas alteraciones funcionales ligadas a la plasticidad, ocurren por lo general a corto plazo, y llegan a afectar fundamentalmente la eficacia de las conexiones sinápticas que ya se encuentran “consolidadas”. Por su parte, las alteraciones anatómicas implican el crecimiento de nuevas conexiones entre neuronas, las cuales tienen una cualidad a largo plazo. En este sentido, la neuroplasticidad se asume como la habilidad del sistema nervioso para cambiar, por medio de señales procesadas a través de la actividad y los cambios ambientales (Mikolajewska & Mikolajewski, 2012).

5 Las sinapsis axoespinoas de inervación dual son un tipo de sinapsis constituida tanto por contactos excitatorios como inhibitorios realizados sobre la espina dendrítica de la célula piramidal. Para mayor información revisar Kubota, Y., Karube, F., Nomura, M., & Kawaguchi, Y. (2016). The diversity of cortical inhibitory synapses. *Frontiers in neural circuits*, 10.

Aunque se conoce que, en determinadas condiciones, los ambientes enriquecidos modulan con frecuencia la neurogénesis hipocampal y el comportamiento, no hay un acuerdo general para describirlos ya que las investigaciones sobre ambientes enriquecidos (por sus siglas en inglés EE) se han centrado principalmente en estudios llevados a cabo con modelos animales. El término EE es usado frecuentemente para describir una manipulación directa en el ambiente de familias de roedores. A menudo estos entornos se caracterizan por juguetes, túneles y están provistos de estimulación sensorial, física y social (Clemenson, Deng & Gage, 2015). Además, los EE se caracterizan por incluir elementos que incrementan el nivel de novedad y complejidad (Hannan, 2014). Se puede asumir entonces, que el incremento en estos niveles de complejidad y novedad podría desembocar en grados de estimulación que afectan los procesos de aprendizaje y memoria (Patel, 2012). En este orden de ideas, los EE se definen como: *la combinación de un complejo inanimado y una estimulación social* (Van Praag, Kempermann & Gage, 2000), lo cual sugiere, que los factores interaccionales también son un punto clave a tener en cuenta en la comprensión de esta variable fundamental (para mayor información sobre este aspecto ver el capítulo 7 de esta obra: Contexto, enriquecimiento ambiental y procesos cognitivos).

Ciertamente, es importante mencionar que una característica fundamental del cerebro de los mamíferos tiene que ver con su capacidad de adaptar sus respuestas a la experiencia, quizás en parte, gracias a la re-modelización de las conexiones sinápticas entre las neuronas de la corteza. En lo que respecta a los seres humanos, cabe mencionar que, a lo largo de nuestro desarrollo postnatal, estamos expuestos a la interacción con el entorno. Según Changeux (2006) la gran mayoría de las sinapsis de la corteza cerebral se configuran y continúan en momentos posteriores al nacimiento experimentando una suerte de “impregnación” progresiva del tejido cerebral por parte del entorno físico y social. Esta idea es compatible con el hecho según el cual la formación de sinapsis se ve significativamente influenciada por mecanismos dependientes de la experiencia.

La dinámica entre la preconfiguración intrínseca a la formación del sistema nervioso del humano y su proceso de experiencia contextual, se refleja también en lo que reconocemos como “las podas”. Según este hecho, el sistema nervioso del humano experimenta una primera poda sináptica en la que las conexiones neuronales iniciales se reducen en un 50% hacia los primeros dos años de edad. Durante la adolescencia se ha descrito otro proceso de poda y también una tercera durante la senectud.

De esta manera, resulta pertinente retomar a Cajal (1899) quien planteó que la estructura de los axones y de las dendritas estaría diseñada de tal manera que ahorraría espacio, tiempo y materia. Esta postura, es respaldada por aproximaciones actuales, como la propuesta por Anton-Sanchez, Bielza, Benavides-Piccione, DeFelipe & Larrañaga (2016) quienes sustentan dicha hipótesis, enfatizando además que, la forma en la que un árbol neuronal (dendrítico o axonal) se expande juega un papel importante en sus características funcionales y computacionales, enfatizando en la tendencia del sistema nervioso a conectarse mediante fibras que se rigen por un principio de eficacia conectiva generando **árboles de expansión mínima** (MST por sus siglas en inglés).

Siguiendo este derrotero lógico, parece que una mayor densidad sináptica implicaría una baja funcionalidad de los circuitos involucrados en el despliegue de las capacidades cognitivas; por lo que las podas parecerían estar vinculadas con el perfeccionamiento de los circuitos que subyacen a las redes. Así que, quizás la relación entre la densidad sináptica y las capacidades cognitivas sea de carácter inverso, aunque anteriormente se consideraba que una mayor densidad sináptica era un índice de mejor capacidad funcional. De esta manera, la reducción de las sinapsis puede estar asociada con la eficacia de las funciones cognitivas (Gazzaniga et al., 2002).

En efecto, las podas tendrían como función 1) eliminar células cuyo papel se restringiría sólo a procesos relativos a momentos previos del neurodesarrollo, 2) corregir errores en los procesos de migración o a nivel de la diferenciación neuronal y 3) refinar las conexiones más efectivas (Yeo y Gautier, 2004; Kolb y Fantie, 2009). Evidentemente, el peso de la poda sináptica estaría relacionado con secuencias temporales, probablemente diferenciadas para cada estructura cerebral. Por ejemplo, se conoce que las regiones prefrontales se consideran dentro de las últimas estructuras cerebrales en concluir el proceso de poda sináptica.

Esta abundancia de sinapsis en edades tempranas y su posterior decremento, se ha podido constatar mediante tomografía por emisión de positrones (TEP), por medio de la cual se refiere que los altos niveles de metabolismo de la glucosa registrados durante el primer año de vida, empiezan a disminuir luego hacia los dos años e incluso durante el periodo de la adolescencia (Casaer, 1983).

Finalmente, es importante mencionar que el infante comienza a recibir una gama rica de estímulos que afronta, en parte, gracias a su maquinaria sensorial, la cual contribuye a su apropiación de los conocimientos del mundo. Esta interacción del sistema nervioso con las demandas del medio y con los retos que plantean la miríada de estímulos que éste implica, fomentarán el desarrollo de nuevas conexiones sinápticas que probablemente llegarán a configurarse en redes de funcionamiento neurobiológico complejas.

Por lo tanto, el niño debe contar con un ambiente y un contexto enriquecido de acuerdo con su momento particular de desarrollo y sus necesidades biopsicológicas, que pueden llegar contribuir en la adquisición de nuevas capacidades, así como al despliegue de sus potencialidades. Es por ello, que las etapas iniciales (niñez) son fundamentales en el adecuado desarrollo del ser humano, pues las prácticas tempranas y experiencias significativas pueden relacionarse con el diseño del futuro comportamiento.

Aunque, el cerebro cuenta con un nivel de plasticidad significativo, esta característica flexible del sistema nervioso va decreciendo a medida que el ser humano avanza a nivel de su desarrollo cronológico. No obstante, a lo largo del ciclo vital, el individuo conserva cierta capacidad para la redefinición y reorganización de determinadas funciones, que es posible en la medida que el sistema nervioso sea capaz de re-modelizar conexiones mediante el ejercicio experiencial que eventualmente se ve reflejado a nivel de sus estructuras biológicas.

CONCLUSIONES

El sistema nervioso puede describirse como un conjunto de estructuras que coordinan las funciones del individuo de manera voluntaria e involuntaria en la máquina biológica que nos define como organismos vivos y en el territorio de nuestra existencia socio-psicológica de la que es “testigo” el cuerpo.

Nuestro sistema nervioso, se caracteriza por disponer de una alta complejidad y por contar con un potencial diseñado para la realización de acciones de diversa índole. Su desarrollo instaura su origen aproximadamente desde el día 18 del periodo de gestación y no deja de urdirse hasta que tiene lugar el fin del ciclo biológico.

Particularmente, el neurodesarrollo requiere de una serie de condiciones para la constitución integral de las estructuras, y en caso de presentarse alguna alteración en dicha formación, el sistema nervioso dispone de mecanismos de plasticidad que buscarán su recuperación y adaptación particular, en las circunstancias en las que ésta sea viable.

Los procesos psicológicos superiores, tendrán lugar en la medida que haya un investimento del individuo por parte de la cultura y el medio, que se encargarán de aportar elementos externos que se acoplarán al escenario biológico mediante procesos de interacción compleja. En efecto, dadas las condiciones necesarias, éstas permitirán alcanzar el desarrollo y las interconexiones entre las diversas estructuras del sistema nervioso. Posteriormente, estas conquistas bio-psicológicas contribuirán para que el sujeto humano sea capaz de desplegar habilidades tales como el lenguaje, la reflexión consciente, la cognición creativa y la posibilidad de ajustarse a las demandas socioculturales. Todas ellas beneficiarias de la posibilidad generada por la conducta flexible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angevine, J. B., & Sidman, R. L. (1961). Autoradiographic study of cell migration during histogenesis of cerebral cortex in the mouse. *Nature*, 192(4804), 766-768. <https://doi.org/10.1038/192766b0>.
- Anton-Sanchez, L., Bielza, C., Benavides-Piccione, R., DeFelipe, J., & Larrañaga, P. (2016). Dendritic and axonal wiring optimization of cortical GABAergic interneurons. *Neuroinformatics*, 14(4), 453-464. <https://doi.org/10.1007/s12021-016-9309-6>.
- Brodal, P. (2004). *The central nervous system: structure and function*. Oxford: Oxford University Press.
- Bronfenbrenner, U. (1991). *La Ecología del Desarrollo Humano*. Barcelona: Paidós Iberica, Ediciones S. A.
- Bustamante, J. (2016). *Neuroanatomía Funcional y Clínica: atlas del sistema nervioso central*. Bogotá: Editorial Médica CELSUS.
- Carlson, N. R. (2007). *Physiology of behavior*. Boston: Pearson Allyn & Bacon.
- Casaer, P. (1993). Old and new facts about perinatal brain development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34(1), 101-109. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1993.tb00969.x>.
- Changeux, J. P. (2006). *L'homme neuronal*. París: Hachette Littératures.

- Chen, J. L., Villa, K. L., Cha, J. W., So, P. T., Kubota, Y., & Nedivi, E. (2012). Clustered dynamics of inhibitory synapses and dendritic spines in the adult neocortex. *Neuron*, 74(2), 361-373. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.02.030>.
- Clemenson, G., Deng, W. y Gage, F. (2015). Environmental enrichment and neurogenesis: from mice to humans. *Behavioral Sciences*, 4, 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.02.005>.
- Edin, F., Macoveanu, J., Olesen, P., Tegnér, J., & Klingberg, T. (2007). Stronger synaptic connectivity as a mechanism behind development of working memory-related brain activity during childhood. *Journal of cognitive neuroscience*, 19(5), 750-760. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.750>.
- Escobar, M. I., & Pimienta, H. J. (2016). *Sistema nervioso.. 2º Edición ed.* Cali, Colombia: Programa Editorial de la Universidad del Valle.
- Goldman-Rakic, P. S., & Porrino, L. J. (1985). The primate mediodorsal (MD) nucleus and its projection to the frontal lobe. *Journal of Comparative Neurology*, 242(4), 535-560. <https://doi.org/10.1002/cne.902420406>.
- Hannan, A. J. (2014). Environmental enrichment and brain repair: harnessing the therapeutic effects of cognitive stimulation and physical activity to enhance experience-dependent plasticity. *Neuropathology and applied neurobiology*, 40(1), 13-25. <https://doi.org/10.1111/nan.12102>.
- Held, R., & Hein, A. (1963). Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *Journal of comparative and physiological psychology*, 56(5), 872.
- Holtmaat, A., Wilbrecht, L., Knott, G. W., Welker, E., & Svoboda, K. (2006). Experience-dependent and cell-type-specific spine growth in the neocortex. *Nature*, 441(7096), 979. <https://doi.org/10.1038/nature04783>.
- Kandel, E., Barres, B. y Hudspeth, (2013) Nerve Cells, Neural Circuitry, and Behavior. En Kandel, E., Schwartz, J., Jessel, T., Siegelbaum, S. y Hudspeth, A. (Eds.) *Principles of Neural Science*. USA: Mc Graw Hill. (pp. 21-38).
- Koch, C., Gazzaniga, M. S., Heatherton, T. F., Ledoux, J. E., & Logothetis, N. (2004). *The Cognitive Neurosciences*. Massachusetts: MIT Press.
- Kolb, B., & Fantie, B. (1997). Development of the child's brain and behavior. In *Handbook of clinical child neuropsychology* (pp. 17-41). New York: Springer US.
- Kolb, B., Whishaw, I. Q., & Teskey, G. C. (2001). *An introduction to brain and behavior* (pp. 154-177). New York: Worth.

- Kubota, Y., Karube, F., Nomura, M., & Kawaguchi, Y. (2016). The diversity of cortical inhibitory synapses. *Frontiers in neural circuits*, 10. <https://doi.org/10.3389/fncir.2016.00027>.
- Lebel, C., Gee, M., Camicioli, R., Wieler, M., Martin, W., & Beaulieu, C. (2012). Diffusion tensor imaging of white matter tract evolution over the lifespan. *Neuroimage*, 60(1), 340-352. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.094>.
- Marín-Padilla, M. (1992). Ontogenesis of the pyramidal cell of the mammalian neocortex and developmental cytoarchitectonics: a unifying theory. *Journal of Comparative Neurology*, 321(2), 223-240. <https://doi.org/10.1002/cne.903210205>.
- Marin-Padilla, M. (2001). Evolución de la estructura de la neocorteza del mamífero: nueva teoría citoarquitectónica. *Revista de Neurología*, 33(9), 843-853.
- Mathis, L., Delaunay, A., & Nicolas, J. F. D. (2019). Cerebral cortex is formed from two different clonal populations of early segregated neuronal progenitors.
- Mikolajewska, E. & Mikolajewski, D. (2012) Computational Approach to Neural Plasticity of Nervous System on System Level. *Journal of Health Sciences*, 2(4), 39.
- Mione, M. C., Cavanagh, J. F., Harris, B., & Parnavelas, J. G. (1997). Cell fate specification and symmetrical/asymmetrical divisions in the developing cerebral cortex. *Journal of Neuroscience*, 17(6), 2018-2029. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.17-06-02018.1997>.
- Moore, K., & Persaud, T. V. N. (2016). *Embriología clínica*. Brasil: Elsevier.
- Nadarajah, B., Brunstrom, J., Grutzendler, J. et al. Two modes of radial migration in early development of the cerebral cortex. *Nat Neurosci* 4, 143–150 (2001) <https://doi.org/10.1038/83967>.
- Oppenheim, R. W. (1989). The neurotrophic theory and naturally occurring motoneuron death. *Trends in neurosciences*, 12(7), 252-255. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(89\)90021-0](https://doi.org/10.1016/0166-2236(89)90021-0).
- Quiguanás López, D. M., Millan, J. C., Rodríguez, Y. B., Pabón Sandoval, L. C., & Vera Medina, I. A. (2019). Función motora y fuerza de lanzamiento en deportistas de boccias, con parálisis cerebral.
- Ramón y Cajal, S. (1904). *Textura del Sistema Nervioso del Hombre y de los Vertebrados* (Vol. 2). Madrid: Nicolas Moya.
- Serati, M., Delvecchio, G., Orsenigo, G., Mandolini, G. M., Lazzaretti, M., Scola, E. & Brambilla, P. (2019). The Role of the Subplate in Schizophrenia and Autism: A Systematic Review. *Neuroscience*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.03.049>.

- Silva, C. G., Peyre, E., & Nguyen, L. (2019). Cell migration promotes dynamic cellular interactions to control cerebral cortex morphogenesis. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(6), 318-329. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0148-y>.
- Snell, R. S. (2014). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology review*, 20(4), 327-348. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>.
- Tan, S. S., Kalloniatis, M., Sturm, K., Tam, P. P., Reese, B. E., & Faulkner-Jones, B. (1998). Separate progenitors for radial and tangential cell dispersion during development of the cerebral neocortex. *Neuron*, 21(2), 295-304. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80539-5](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80539-5).
- Van Praag, H., Kempermann, G. & Gage, F. (2000) Neural Consequences of Environmental Enrichment. *Nature Reviews*, 1, 191-198. <https://doi.org/10.1038/35044558>
- Van Versendaal, D., Rajendran, R., Saiepour, M. H., Klooster, J., Smit-Rigter, L., Sommeijer, J. P. & Levelt, C. N. (2012). Elimination of inhibitory synapses is a major component of adult ocular dominance plasticity. *Neuron*, 74(2), 374-383. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.03.015>.
- Varela, F. (2000). *El fenómeno de la vida*. Santiago de Chile: Dolmen.
- Witelson, S. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum: a postmortem morphological study. *Brain*, 112(3), 799-835. <https://doi.org/10.1093/brain/112.3.799>.
- Yeo, W., & Gautier, J. (2004). Early neural cell death: dying to become neurons. *Developmental biology*, 274(2), 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2004.07.026>.

CAPÍTULO 3.

EL DESARROLLO PSICOLÓGICO Y LA ONTOGÉNESIS DE LA CREATIVIDAD

Laura Carolina Pabón Sandoval

<https://orcid.org/0000-0002-1772-9952>

laura.pabon00@usc.edu.co

Liga Huilense de Deportistas con
Parálisis Cerebral – LIHUILDE PC).
Huila, Colombia

Pilar del Carmen Bonilla Valencia

<https://orcid.org/0000-0002-5436-1894>

pilar.bonilla@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle

Sandra Jenny Otálvaro Garcés

<https://orcid.org/0000-0003-3856-7996>

sajeotal34@hotmail.com

Institución Universitaria Antonio José
Camacho. Cali, Colombia

Alfredo Sánchez

<https://orcid.org/0000-0001-5946-7033>

alsanchez@calipso.com.co

Fundación Empoder. Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Pabón-Sandoval LC., Bonilla-Valencia P del C., Otálvaro-Garcés SJ., Sánchez A. & Ocampo ÁA. El desarrollo psicológico y la ontogénesis de la creatividad. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 67-94.

EL DESARROLLO PSICOLÓGICO Y LA ONTOGÉNESIS DE LA CREATIVIDAD

Laura Carolina Pabón S. - Pilar del Carmen Bonilla. - Sandra J. Otalvaro -
Alfredo Sánchez - Álvaro A. Ocampo.

RESUMEN

Este capítulo plantea la discusión sobre las conceptualizaciones realizadas desde la psicología alrededor de las habilidades creativas, así como las concepciones de la corporeidad como propulsora y eje de configuración del potencial creativo. Para este propósito, se presentan los diversos paradigmas y concepciones del desarrollo psicológico que abordan las conquistas cognitivas en relación con los procesos asociados al movimiento, la intersubjetividad y la conciencia corporal. En este sentido, se plantea una reflexión crítica sobre el estudio de los procesos creativos, enfatizando en el ser humano mismo como centro de la reflexión, y el contexto de desarrollo en el cual se construye el dialogo entre corporeidad y subjetividad.

INTRODUCCIÓN

La palabra creatividad se deriva del latín “*creare*” que significa engendrar, producir o crear. El diccionario de la real academia española define la creatividad como: *La facultad de crear o capacidad de creación*. Efectivamente, el concepto que subyace al término creatividad es creación, el cual puede comprenderse como una circunstancia que, sin importar su procedencia, puede asociarse al movimiento. Así, desde la filosofía antigua de Heráclito se asume: *Todo cambia, nada es*; siendo el devenir el principio de todas las cosas. De esta manera, podría relacionarse la vida con lo que ocurre con el proceso creativo, su conexión con la fluidez, la flexibilidad y su convivencia no estática con la permanencia.

Al hablar de cambio y autodeterminación, Nietzsche (1878/1996) hizo referencia al concepto de *espíritu libre* que se hace cenizas para después

emerger, enfatizando en las posibilidades divergentes y visionarias del humano que orienta sus sentidos ante un *mundo no descubierto que flamea*. Así mismo, Foucault (1970), exaltó a ciertos personajes que han logrado dar un giro, impactando la episteme de una época o de muchas a través de *elecciones originales*. Por su parte, Popper (1995) distinguió tres mundos fundamentales en la comprensión del crecimiento del saber humano: el mundo 1, que se refiere al ámbito de los sucesos físicos; el mundo 2, que se enfoca sobre los procesos psíquicos y el mundo 3, orientado específicamente a los productos del espíritu humano y las habilidades generativas.

Desde esta perspectiva filosófica, la reflexión acerca de la creatividad considera como elementos importantes los procesos de cambio, transformación, elección de alternativas, generación y desarrollo de ideas. No obstante, después de estas breves consideraciones filosóficas, resulta fundamental revisar algunas de las comprensiones más relevantes a través de las que se ha intentado esbozar el concepto de creatividad.

La creatividad ha sido abordada desde diversas ópticas y ha contado con múltiples definiciones a lo largo de los intentos por comprender su complejidad. Para Simon (1985), la creatividad no implica nada más allá de la normal solución de problemas. Otros investigadores la han entendido como el proceso de producir cosas nuevas y únicas (Torrance, Glover, Ronning & Reynolds, 1989). En este sentido, Gardner (1983, 1995) la define como la capacidad para resolver problemas de manera innovadora y para diseñar productos que son considerados como novedosos en uno o más contextos culturales. Csikszentmihalyi & Wolfe (2014) definen la creatividad como aquellos atributos que hacen que un producto se considere original, valioso y que pueda ser puesto en práctica o implementado. De esta manera, la creatividad haría referencia a cualquier acto, idea o producto que llega a impactar un campo ya existente, o que transforma un campo ya existente en uno nuevo. Por tanto, la creatividad sería el resultado de un estado mental vinculado al óptimo desempeño. También, se ha intentado construir una definición de la creatividad a la luz de la diferencia entre los procesos ortogonales de pensamiento divergente-alternativo y convergente-lineal (Guilford, 1980).

En este sentido, Barlett (1988) plantea que la creatividad es el camino principal para abrirse a la experimentación y liberarse de los patrones convencionales como único marco de referencia. Siguiendo esta línea, la creatividad se ha concebido como la habilidad para poner elementos juntos

de forma totalmente nueva y coherente o como la habilidad para fabricar un producto original (Anderson & Krathwohl, 2001). En efecto, hay autores que afirman que el proceso creativo implica la habilidad para realizar asociaciones y relaciones que nunca antes fueron propuestas y de este modo, llevar a cabo nuevas experiencias, generar opiniones y productos a través de un nuevo esquema de pensamiento (Yildirim, 2010).

Los procesos creativos se han abordado desde su relación con los rasgos de la personalidad, las habilidades perceptivas, los procesos de comprensión súbita, las funciones ejecutivas, la cultura donde están inmersos los seres humanos, los aspectos neurobiológicos, aunque lo cierto es que en la actualidad, no existen suficientes modelos que expliquen el fenómeno del potencial creativo. Desde este contexto, resulta enriquecedor plantear un acercamiento de carácter epistemológico, que busque rastrear algunos aspectos fundamentales de la relación entre el individuo y la creatividad, asumiendo como matriz para el análisis la idea del *sujeto creativo*. Sin duda, las habilidades creativas están ligadas a la subjetividad que construye el ser humano a lo largo de su “carrera ontogenética” comprendiendo tanto la dimensión cognitiva, como los factores socio-afectivos implicados en sus procesos. Asumida de esta manera, la creatividad podría concebirse como una construcción del ser humano, en el marco de las constricciones y los “permisos” de la biología y la cultura.

Desde una perspectiva cultural, Arfuch (2007), plantea que existe un yo en la apropiación de los géneros discursivos, como la autobiografía, impregnada de las vivencias y la cotidianidad del ser humano, pero el espacio biográfico, aunque encierra la posibilidad de autocreación tiene por referencia a otro a quien se dirige la comunicación. Ciertamente, en la dialogicidad se configura un yo y un nosotros que alberga la cultura, dejando abierta la reflexión en torno a la trascendencia de posturas solipsistas de los procesos cognitivos, metacognitivos y psíquicos, haciendo un llamado sobre el devenir de las relaciones y los tejidos socioculturales, como elementos constitutivos del ser humano en tanto individuo psicológico.

Cuando se hace referencia a los aspectos cognitivos implicados en el proceso creativo, la dimensión atenta emerge como una de las variables importantes. Aunque es evidente el hecho según el cual muchos de los abordajes para estudiar y favorecer los procesos atencionales, se han centrado en el reforzamiento, en aspectos de autorregulación de la conducta y de la cognición, así como, en una mejor estructuración del ambiente que rodea

al niño (Calderón, 2001; Tirado, Martín & Lucena, 2004; Pistoia, Abad-Mas & Echepareborda, 2004; Rojas & Solovieva, 2006; Infante & Infante 2008), está claro que los paradigmas tradicionales⁶ requieren revisar aspectos que quedan fuera del alcance de las formas reales de intervención que se plantean bajo su rubro.

En efecto, podría pensarse que las intervenciones sobre los procesos atencionales fundamentales para el despliegue creativo de los niños, deben centrarse precisamente sobre ellos como seres humanos y sobre su construcción de vida. Esta aproximación, no solamente dirige la mirada sobre los procesos cognitivos como entidades puras y separables, ni sobre las dinámicas familiares en que emergen dichos procesos atencionales que contribuyen a la creatividad, puesto que pensar el fenómeno sólo desde los procesos cognitivos o sólo desde las dinámicas familiares, sería como dar por sentado que los seres humanos no toman decisiones o no son movilizados por aspectos relativos al deseo que se gesta en su interior y que protagoniza el agenciamiento de la dinámica entre el mundo interior y el mundo exterior.

El asunto central de este documento, radica en que gran parte de la psicología ha obviado no sólo el ser humano que se *agencia* a sí mismo dentro del estudio de los procesos cognitivos, atencionales y creativos (para ser más específicos), sino también el papel fundamental del cuerpo dentro de las estrategias de intervención (cuyo énfasis suele acentuarse sobre lo remedial o correctivo). Para el caso del movimiento, si se asume la metáfora del bucle retroactivo, es claro que, en un sentido hay aspectos de deficiencia motriz que pueden ser ocasión de falencias socio-afectivas y en otra dirección, hay falencias socio-afectivas que pueden ser ocasión de limitaciones motrices. Una lógica semejante, quizás vincule al cuerpo con determinadas circunstancias complejas que, desde la clínica psicológica, se han encontrado como limitadoras o propulsoras del despliegue cognitivo, incluyendo aspectos como la atención, la memoria, el *insight* y la creatividad.

Este capítulo pretende desarrollar una reflexión sobre la creatividad y su manifestación en el devenir del desarrollo psicológico del ser humano, considerando la participación estructurante de la cultura y el intercambio afectivo y simbólico en la semantización del cuerpo y su relación con las potencialidades creativas del individuo.

6 Para mayor información acerca de los modelos para pensar los procesos atencionales remitirse a Artigas-Pallarés, J. (2009). Modelos cognitivos en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *REV NEUROL* 2009; 49 (11): 587-593.

TRASCENDER LA PERSPECTIVA DUALISTA

No basta con regresar a lo subjetivo y acantonarse en el cuerpo, es necesario soldar la grieta emergente de concebir al niño y al ser humano como una dimensión dislocada y mecánicamente fragmentada.

La existencia no puede ser revelada a otro título que el de la implicación del ser humano pensante en la afirmación inmediata de su pensamiento. Según plantea Merleau-Ponty a propósito del pensamiento de Descartes: “La actitud reflexiva purifica, de manera simultánea, la noción común del cuerpo y la del alma definiendo el cuerpo como una suma de partes sin interior, y el alma como un ser todo presente para sí mismo sin distancia. Estas definiciones correlativas establecen la claridad en nosotros y fuera de nosotros: transparencia de un objeto sin pliegues, transparencia de un sujeto que no es nada más que aquello que piensa ser”. Y agrega: “el objeto, es objeto de parte en parte y la consciencia, consciencia de parte en parte. Hay dos sentidos y dos sentidos solamente de la palabra existir: se existe como cosa o se existe como consciencia” (Ponty, 1945/1985, p. 214-215).

En este punto es importante cuestionarse acerca de ¿Qué implicaciones tendría este debate para pensar la dimensión creativa si la creatividad surgiese como producto del cuerpo asumido como cosa o emergiera de la consciencia?

El dualismo marcó los lineamientos de un pensamiento científico, de un *modus* de acercarse al conocimiento, y estudiar al hombre, un hombre cada vez más dividido, desposeído de su cuerpo, desalojado de su alma, donde priman los principios de un afán científico de la época, que reposaba en la efectividad de un modelo matemático. Probablemente, estos principios instauraron como válida la explicación basada en la demostración mecánica y causal, que aprecia el cuerpo solo como extensión por su ocupación en el espacio, como cosa transformada en objeto de exploración, donde lo más privilegiado es el movimiento, atribuido desde esta perspectiva a los “*espíritus animales*”. Al respecto Fédida (1977) afirma:

Por la suspensión del juicio que constituyen las meditaciones, Descartes opera una doble exclusión. Exclusión del hombre del mundo y exclusión del hombre de su cuerpo. Estas dos exclusiones son correlativas: La presencia en el mundo (la existencia) pasa por la presencia de sí para su cuerpo, el sí (mismo) de la subjetividad cartesiana es planteado por Descartes como la sola existencia. (p. 5).

Bajo la luz de las meditaciones cartesianas se contempla un cuerpo sin interioridad, se limita la apreciación de la subjetividad humana, y se abre el camino para la polarización de los fenómenos psicológicos, cuerpo reducido a mecanismos fisiológicos, localizaciones cerebrales, y alma delimitada a procesos de orden mental.

Desde este marco de pensamiento resulta importante plantear el siguiente interrogante para empezar a encontrar la conexión entre el fenómeno denominado cuerpo, la subjetividad y la afectividad: ¿Cómo avanzar en la comprensión psicológica de los fenómenos corporales?

Para intentar dar respuesta a la pregunta anterior, resulta importante hacer referencia al hecho de acuerdo con el cual generalmente en la investigación de los problemas de la fisiología y de la mente queda desdibujada la exploración de las experiencias del ser humano con su propia corporalidad, donde las emociones ocupan un lugar protagónico, y aunque en el dualismo estas se plantean como opuestas a la razón, actualmente se acepta que constituyen una luz para comprender los fenómenos corporales desde una mirada psicológica.

La filosofía existencial de Maine de Biran citada por Fédida (1977) introduce como aporte conceptual para empezar a trascender el dualismo, el esfuerzo del cuerpo por mantener una actividad voluntaria y significativa para el individuo, dejando de apreciar cuerpo y mente como dos sustancias, situando el movimiento como un acto motor ligado a la reflexión y al acto mental, de lo cual emerge la valoración de la cenestesis “El yo considerado como presente para si en el esfuerzo motor, la reflexión ligada a este acto por el cual el sujeto se aparta de los modos sensibles sin poder separarse de ese cuerpo” (p. 7).

El anterior planteamiento representa un fundamento filosófico significativo para dar valor a las sensibilidades que provienen del cuerpo, y por tanto devuelve la mirada sobre los procesos voluntarios y con ello las emociones y su lugar en la afectividad, en el sentir de un cuerpo, que ya no es máquina sino fuente de sentimientos, eslabón importante en la configuración de experiencias afectivas del ser humano.

Empezar a abordar las emociones implica aludir a su función esencial en la supervivencia y mantenimiento del equilibrio biológico del ser humano, aceptar que pertenecen al bagaje que conecta la especie humana con especies

no-humanas (como lo son los primates no humanos) y que son los mecanismos de orden biopsicológico de mayor elaboración. Además, según Damasio (2005) las emociones constituirían el primer referente biológico para generar homeostasis, permitiendo la construcción del equilibrio psíquico, puesto que son huellas mnémicas en el sistema nervioso que dan lugar a reacciones, algunas en un orden de lo automático y otras más voluntarias con participación de la conciencia. Es decir que las emociones son ese trasfondo constante en todo comportamiento humano, siendo elemento precursor de procesos psíquicos más elaborados, impregnados de sentimientos y marcados por la toma de conciencia de sí mismo. Evidentemente, todo esto tiene lugar a la luz de las sensaciones vividas en el cuerpo.

Los avances desde la psicósomática también centran el debate en la íntima conexión entre lo afectivo y lo corpóreo, enfocando las comprensiones desde el cuerpo que enferma hacia la raíz del conflicto mental. De este modo, McDougall (1991), situándose en una postura psicoanalítica, propone una reflexión sobre el trastorno psicósomático, asumiendo que, en situaciones particulares, aquello que no podemos nombrar, se hace presente a través del cuerpo, adoptando una función de *válvula de escape*.

No obstante, más claramente sobre la pista de lo mental-afectivo, la pediatría francesa del siglo XX, se reconoce como la disciplina que desarrolla el concepto de psicomotricidad. Más específicamente Dupré (1925) desde su práctica clínica con población infantil que presentaba retardo o descoordinación motora con compromiso del tono muscular, desarrolla el concepto de psicomotricidad. La psicomotricidad plasma la idea de acuerdo con la cual, en el niño, la afectividad, la inteligencia y el movimiento se “encarnan” como un todo indisoluble.

Evidentemente, la psicomotricidad instaura una nueva visión de lo humano que se aparta de la *tradición cartesiana* caracterizada por una aproximación dual entre el cuerpo y la mente. Puntualmente, en lo que respecta al interés de esta reflexión, la propuesta de Dupré sería valiosa, ya que localiza a la psicomotricidad como centro fundamental para explicar aspectos nucleares de la organización psíquica en el ser humano. En este sentido, el movimiento puede comprenderse como instancia dinamizadora vital, que podría pensarse también, como el indicador en muchos aspectos del potencial creativo o de la carencia a ese nivel.

Para conservar su equilibrio psíquico y físico, el individuo necesita organizar su experiencia en el medio donde interactúa, pero para esto debe partir de su propia experiencia corporal como referente, puesto que él mismo porta un bagaje diverso de huellas mnémicas, de sus reacciones, emociones, sentimientos y comportamientos aprendidos y construidos. En su experiencia individual, de encuentro consigo mismo, encuentro impregnado de emocionalidad, el ser humano construye vínculos con base en su propio sentir, en lo que otros le hacen sentir y en lo que él hace sentir a otros.

Asumiendo que nada pasa de forma mecánica por el sistema nervioso reduciéndose a una reacción y que hay voluntariedad, lo cual deja camino abierto para la conciencia, se puede aceptar que el cuerpo vive la experiencia y aporta sustancialmente a la expresión o inhibición de afectos. La conciencia conlleva a la reflexión sobre “el sí mismo” que involucra al yo, inherente a un cuerpo semantizado y erotizado en la interacción con los otros.

En este orden de ideas, se retoma a Español (2005) cuando plantea que *el cuerpo es el compañero de todas las experiencias psicológicas*, resaltando la participación constante de la corporalidad en la construcción de la subjetividad, ya que ninguna experiencia se representa únicamente en un plano mental, sin duda atraviesa el cuerpo, lo moviliza y lo impregna de cargas emocionales, que empiezan a configurar un lenguaje, que no se instauran a nivel verbal pero que comportan sentido. Es el lenguaje corporal que exterioriza, la compleja experiencia interior, la cual a su vez es vivida y construida a través de un cuerpo, ligado a un contexto y a una cultura.

A través la psicomotricidad se producen modificaciones en la actividad psíquica encarnada en el movimiento, una de las maneras de lograr dichas modificaciones también puede llevarse a cabo mediante las formas de inclusión dirigidas a personas con discapacidad; en estos casos, en la práctica fisioterapéutica se generan diversas estrategias en el marco de los procesos de rehabilitación, las cuales por lo general se realizan en espacios terapéuticos institucionales (centros de rehabilitación) pero existen otras alternativas de rehabilitación que favorecen los procesos de inclusión social, entre ellas puede mencionarse el deporte adaptado como ocurre con el caso particular de “Boccia”⁷ (Quiguanás López et al., 2018; Quiguanás, Millán,

7 El deporte de la boccia lo practican personas en silla de ruedas que tienen parálisis cerebral o discapacidad motora severa, estos se ubican en el extremo de una cancha con medidas estandarizadas desde donde lanzan las bolas (o boccias) hacia el campo.

Rodríguez, Pabón & Vera, 2019). Este juego inclusivo está diseñado para personas con discapacidad motora severa; inicialmente se diseñó para individuos con parálisis cerebral, pero hoy en día se ha ido vinculando a sujetos con diferentes patologías que implican alteraciones neuromotoras como distrofias musculares, esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica, trauma raquímedular cervical y artrogriposis, entre otras. Ciertamente, este deporte adaptado a sus necesidades neuromotoras se define como un juego de precisión y de estrategia, con sus propias reglas recogidas en un Reglamento Internacional, el BISFed (Boccia International Sports Federation).

Los bocheros (como se les conoce a estos deportistas) requieren de determinado estatus cognitivo para reconocer el color, la atención y la precisión, a través de la generación de estrategias creativas para lograr su ejecución. Este deporte, como una forma de intervención pedagógica en salud, ha contribuido con la posibilidad de implicar el movimiento con la actividad psíquica en función de la creatividad y la recursividad en congruencia con aquello que los sujetos hacen y aquello que pueden conquistar con la mediación terapéutica y deportiva.

EL CUERPO Y LA SUBJETIVIDAD

Como ya se ha mencionado antes, sin lugar a dudas al hablar del ser humano es necesario referirse a aspectos como la expresión, la comunicación y la convivencia cotidiana del individuo mediada por su corporeidad. Por tal razón, se deduce que es el cuerpo mismo el primer vehículo de relación con el mundo, ya que este se convierte en un instrumento que vincula al niño directamente con el entorno que lo rodea y es en ese proceso de configuración de vínculos que la atención se percibe como cualidad específica de la percepción. Ciertamente, la dimensión atenta en su condición de proceso selectivo, filtra los diferentes estímulos que el ser humano recibe y

La boccia se clasifica según la discapacidad en diversas categorías. La categoría BC1 corresponde a deportistas con parálisis cerebral que lanzan con manos o pies y precisan de la ayuda de un asistente. Los deportistas de la categoría BC2 también padecen parálisis cerebral, pero ellos pueden lanzar sin ayuda. La categoría BC3 la integran aquellos deportistas con parálisis cerebral (u alguna otra alteración neuromotora), en esta los sujetos precisan de asistencia y realizan los lanzamientos a través de una canaleta (o rampa) impulsando la bola con un puntero (ya sea en un casco sobre la cabeza o un puntero manual). Finalmente, está la categoría BC4 que comprende a los deportistas con discapacidad motora severa de origen no cerebral.

se constituye como un importante mecanismo de control de la dimensión cognitiva temprana y paulatinamente de la *cognición creativa*. Sin embargo, desde una perspectiva que sobrevalora la precisión clínica, el culto a los test y el uso de un idioma “científico/universal”, la dimensión atenta ha sido enmarcada en indicadores, síndromes, trastornos y aspectos avalados por la medicina, la psiquiatría y la misma psicología dentro de las que reside como una entidad delimitada. Bajo esta mirada, podría hablarse de los procesos atencionales, como procesos que pueden estar “funcionando mal”, que eventualmente sufren menoscabo y que se subordinan a estructuras y funciones nerviosas. ¿No ocurre lo mismo con el proceso denominado memoria operativa tan importante en la producción creativa?⁸ Lo más sutil que podría afirmarse, sería que el “alma” es la que atiende, pero si y solo si, ciertos procesos psico-biológicos funcionan adecuadamente.

Desde el estudio de los procesos psicológicos se continúa explorando las interacciones complejas entre el cuerpo y aspectos como la atención y la creatividad. Un ejemplo de ello puede rastrearse en el lugar de las habilidades creativas en la práctica del judo⁹. La creatividad está presente en la práctica diaria del judo y juega un papel primordial en los siguientes aspectos: 1) el diseño de una rutina de entrenamientos (por parte del Sensei y del experto en coaching deportivo¹⁰), 2) la planificación de una temporada en el marco de un campeonato, 3) el material deportivo que se utilizará y por supuesto 4) en la ejecución del judo como arte marcial en si. Particularmente, las técnicas del judo se aprenden de manera formal, sistemática y estructurada. No obstante, más allá de la ejecución de un movimiento particular, el

8 Actualmente se plantea que la memoria de trabajo es fundamental para el despliegue de la habilidad para encontrar conexiones entre items que aparentemente no se encuentran conectados, así como para separar elementos de un todo; por lo cual es decisiva dentro del proceso creativo, puesto que la esencia de la creatividad se sustenta sobre la posibilidad de integrar y/o recombinar los elementos en formas nuevas, así como en poder considerar algo desde perspectivas diferentes (Baddeley, 1990; Diamond, Kirkham, Amso, 2002).

9 El judo es un arte marcial y deporte olímpico de origen japonés que fue fundado por el maestro Jigoro Kano. Actualmente al judo se le considera como deporte olímpico. Consiste en una serie de técnicas enfocadas hacia el dominio de habilidades para lanzar al oponente, inmovilizarlo, luxarlo o estrangularlo y cuyo trasfondo filosófico alude al significado de su nombre (judo/*camino de la suavidad*) y al principio de ceder para vencer.

10 El coaching deportivo hace referencia a la disciplina que reúne una serie de técnicas e instrumentos para ayudar a los deportistas y entrenadores a optimizar su rendimiento y a incrementar sus expectativas deportivas y personales.

aprendiz debe desarrollar la capacidad para encadenar/combinar secuencias de técnicas para luego expresarlas creativamente en la incertidumbre de un enfrentamiento que le demanda fluidez, velocidad, fuerza y flexibilidad para obtener el triunfo. Esta pedagogía implícita en las relaciones de enseñanza/aprendizaje propias del judo, favorece la vivencia de experiencias (tales como pensar, sentir y hacer) que se transfieren al espacio del cuerpo conectando dimensiones fundamentales para el desempeño creativo.

Por otro lado, hay quienes han buscado establecer una relación entre la práctica de ciertas actividades estimulantes que involucran la participación del cuerpo y el desarrollo de habilidades creativas. Por ejemplo, Tekin & Güllü (2010) estudiaron la correlación entre la variable practicar deporte y el nivel de creatividad, concluyendo que aquellos niños de la escuela primaria que practican deporte tienen mejor desempeño en pruebas de creatividad que aquellos que no realizan ninguna práctica deportiva. Memmert & Bertsch (2010) además encontraron una relación significativa entre el deporte y el desarrollo de las habilidades creativas en adultos jóvenes.

Estos estudios pueden comprenderse, no como un intento de biologización o corporeización de lo psicológico, sino más bien como la necesidad que implica que el discurso sobre la creatividad y los procesos cognitivos vinculados con ella, se abran positivamente al sustrato neurobiológico o al menos al cuestionamiento crítico desde la corporeidad. Sea esta la oportunidad para evidenciar la importancia de tomar conciencia del carácter moderno y occidental de una postura que culmina con la fundación de la psicología como ciencia del alma que excluye al cuerpo (Fédida, 1977) desde una dinámica dualista o quizá en momentos mentalista. Tal como lo plantea De Certeu (1986) la corporeidad funciona en historia como el cuerpo buscado por la caricia, extranjero al espíritu. En últimas, es el cuerpo el que atiende, son sus “células” las que se recrean o se transforman frente a la incertidumbre, lo novedoso de las demandas presentes en el ambiente natural/cultural y en los microambientes fisiológicos. Es *el sujeto que atiende* y *el sujeto que crea* porque lo desea (porque tiene o es un cuerpo) y que crea lo nuevo a través y a partir de la conectividad de la carne. Ciertamente, este cuerpo necesariamente está “alumbrado” por la existencia subjetiva, o más precisamente, intersubjetiva.

En aras de recuperar la reflexión sobre el cuerpo, Bourdieu (1993) propone que el conocimiento del mismo no puede ser separado de una práctica social, ya que los discursos sobre el cuerpo forman parte activa en los relatos

mediatizados por el lenguaje y por las prácticas sociales. Por su parte Turner (1989) pretende incluir la noción de cuerpo en los debates sobre el orden social, el control social, y la estratificación de las sociedades, planteando que la sociedad se enfrenta a cuatro tareas fundamentales: 1) la reproducción de las poblaciones en el tiempo; 2) la regulación de los cuerpos en el espacio; 3) el refrenamiento del cuerpo “interior” por vía de las disciplinas y 4) la representación del cuerpo “exterior” en el espacio social. Complementando esta postura, Le Breton & Pons (1999), proponen que el individuo habita su cuerpo de acuerdo con los derroteros sociales y culturales que lo impregnan, presentando manifestaciones personalísimas de los mismos en función de su temperamento y su experiencia particular. Así, sugiere que: “El cuerpo siempre es propio y a la vez es de todos”.

Siguiendo la reflexión sobre el valor del cuerpo en la comprensión de lo social y lo psicológico, Merleau-Ponty (1945/1985) se refiere a una serie de razones para volver al cuerpo. Entre estas razones menciona, el hecho según el cual en el siglo XX el cuerpo ha sido objeto de las más crueles torturas; objeto artístico; objeto higiénico; objeto ético y objeto tecnológico. Además, aunque el siglo XX abanderó la reflexión acerca del cuerpo y la corporeidad, hasta la actualidad esa reflexión ha estado motivada por una preocupación eminentemente práctica por el cuerpo, abordándolo sólo como objeto del deseo, del castigo, o de múltiples intervenciones. Otros autores como Starobinsky (1991), se detienen sobre aspectos constitutivos a las primeras formas de conciencia, es decir la *conciencia interna del cuerpo* o *cenestesia*, la cual constituye uno de los componentes primarios de la sensibilidad ligada a la construcción de lo humano.

Centrada la atención sobre el cuerpo, quizá aún persista una deuda que convoque a mirar el cuerpo como fundamento del quehacer del *sujeto creativo*.

LA ACCIÓN Y EL DESARROLLO DE LA IMAGINACIÓN

Más allá de las implicaciones de asumir al ser humano desde una perspectiva cartesiana, para algunos autores el desarrollo de las diversas formas de pensamiento, no solo se ha limitado a la emergencia del lenguaje o la dimensión simbólica como precursora y como antecedente casi que único para el desarrollo de las habilidades cognitivas en el humano, sino que han reconocido la génesis del movimiento como factor fundamental para el

surgimiento de capacidades como la predicción y la anticipación (operaciones cognitivas de muy alto nivel). Así, se ha entendido el pensamiento como una forma evolutivamente interiorizada de movimiento.

Particularmente Llinás (2003) asume la predicción como una función radicalmente diferente del arco reflejo y que probablemente se configura como el propósito esencial de la función cerebral. En este orden de ideas, los estados mentales habrían evolucionado como un mecanismo para llevar a cabo interacciones predictivas y/o intencionales entre un organismo y su entorno circundante. De acuerdo con este autor, para que tales transacciones se lleven a cabo de manera exitosa, se hace necesaria la evolución de un instrumento previamente cableado, genéticamente compartido, que construya imágenes internas del medio ambiente, comparables con la información que éste nos aporta por medio de los sistemas sensoriales. Evidentemente, estas imágenes internas serían de naturaleza flexible, ya que deberían modificarse de manera continua, en función de la velocidad con que cambia la información externa que registra el sistema nervioso en tiempo real a través sus sistemas sensoriales.

Está claro que, desde esta perspectiva, la mente sería codimensional con el sistema nervioso y lo ocupa en su totalidad. Así, el cerebro delega la función de reclutamiento de elementos del sistema de acción a un mecanismo intermitente de control de la señal pulsátil, fenómeno que se manifestaría en el sistema musculoesquelético como una especie de temblor fisiológico. Este temblor podría considerarse en gran medida precursor primitivo de nuestra capacidad de anticipación y de respuesta orientada. Dicho mecanismo de control pulsátil le economizaría al sistema nervioso gasto energético y además minimizaría de manera importante los riesgos de realizar sus operaciones discontinuamente en el tiempo.

Considerando el sistema músculo-esquelético, actualmente se reconoce que el temblor fisiológico es el producto de una serie de señales nerviosas que circulan de manera descendente. No obstante, de acuerdo con Harris y Whiting (1954) durante los momentos más tempranos del desarrollo, el temblor muscular no solo se perfila como un reflejo, sino que puede entenderse como una propiedad intrínseca al tejido muscular. Lo anterior ha sido descrito como el período miogénico de la motricidad, que tiene lugar durante la ontogénesis, mucho antes de que las neuronas motoras hayan generado conexiones con las fibras musculares que activarán posteriormente (cuando se pongan a punto las conexiones en el periodo neurogénico).

De Ajuriaguerra & López-Zea (1977) enfocan la mirada sobre la ontogénesis, para hacer referencia a la función motora, la cual estaría delimitada por tres sistemas que establecen una relación retroactiva y cuya función integrada define la actividad muscular:

1. El sistema piramidal (implicado en el movimiento voluntario).
2. El sistema extrapiramidal (que participa en la automatización de algunas secuencias de movimiento en aras de eficacia y adaptabilidad).
3. El sistema cerebeloso (regulador del equilibrio, tono y postura e implicado en movimientos voluntarios y propiocepción inconsciente).

Otros autores desde una perspectiva neuropsicológica plantean el movimiento como una matriz constituida por un sistema de reflejos propioceptivos, un sistema de reflejos exteroceptivos, un sistema de equilibrio, un sistema extrapiramidal y un sistema piramidal o cortical que desde su función ejecutiva ejerce un control más consciente y voluntario sobre el cuerpo (Rosselli, Ardila, Pineda, & Lopera; 1992).

No obstante, la visión de De Ajuriaguerra & López-Zea (1977) invita a percibir el niño particularmente, como un ser biopsicológico forjado al calor de *diálogos tónicos* establecidos entre él y su cuidador. De esta manera, al hablar del fenómeno de *inestabilidad psicomotriz*¹¹, y su forma de abordaje, estos autores no fragmentan la visión del ser humano:

Nuestro objetivo es modificar la figura como síntoma, pero especialmente el fondo que lo hace posible, incluso en ocasiones únicamente el fondo, con el fin de modificar el cuerpo en cuanto a sistema de relación y orientación. (p. 239).

El punto lógico desde cualquier planteamiento psiconeurológico nos sugiere la integración entre el movimiento y el hecho psíquico, aunque para muchos esto no ha sido tan evidente. No en vano Gesell & Mc Graw (citado por Perinat, 2007) abordaron el estudio de la motricidad infantil (desde el ángulo biológico), pero afirmando algo tan dicente como que “En el feto humano hay conducta desde el momento en que hay tono, postura y movimiento, por tenue que este sea”. (p. 121). Esto no equipara la conducta a la psique, pero si establece el puente de relacionamiento entre la estructura mental

11 De Ajuriaguerra define la inestabilidad psicomotriz como una movilidad intelectual y física extrema y la explica como la figura psicomotriz sobre un fondo desorganizado.

futura y el mecanismo del movimiento, dejando la duda sobre ¿Cuándo en esta lógica compleja y corporeizada empieza a emerger la “curiosidad” y con ella la posibilidad creativa? Así, cabe preguntarse, desde una perspectiva ontogenética, ¿De qué manera la semantización del cuerpo es un precursor del potencial creativo del niño? Lo que sí se reconoce es que, de algún modo, el cuerpo en tanto mecanismo por excelencia para la acción, está involucrado directamente en la posibilidad de anticipación, re-creación y actualización predictiva (Llinás, 2003).

Además, está claro que cuando el adulto se comunica con un bebé lleva implícita una intención comunicativa y que gran parte de las respuestas que produce el adulto en función de las expresiones del bebé, tienen origen en la tendencia del ser humano a atribuirle intenciones comunicativas a los otros. Evidentemente, hoy en día se acepta que las primeras expresiones emocionales de los niños no corresponden a actos intencionales, ya que pueden ser el reflejo de estados internos, relacionados por ejemplo con ciertas formas de excitación nerviosa. No obstante, el camino que emprende el bebé humano para transitar desde un repertorio rígido de acción sobre el mundo, como por ejemplo reflejos o expresiones de excitabilidad emocional, pasando por los protodialogos (como precursores de intenciones comunicativas cada vez más refinadas a partir de los tres meses de edad) y por los movimientos que dotan la acción de sentido, como ocurre en los gestos protoimperativos (a los seis o siete meses de edad), hasta llegar a los gestos protodeclarativos (que son actos más flexibles inventados por el niño para involucrarse junto con un otro en situaciones compartidas a partir del señalamiento) resulta ser un punto de referencia revelador (Perinat & Lalueza, 2007). De esta manera, el desarrollo discurre como si se tratara de una conexión evolutiva entre el movimiento y el lenguaje que se sugiere a través de la acción creativa en función de un otro. Ni que hablar de las situaciones graciosas y de los juegos en que luego empiezan a participar tanto el adulto cuidador como el bebé y que favorecen el encuentro entre el mundo creativo y el lenguaje a partir del cuerpo.

De acuerdo con la reflexión anterior, es esencial señalar que cuando se hace referencia a la infancia, se alude de inmediato a la imaginación, la cual va ligada directamente a la creatividad, factor esencial en el desarrollo de los niños, ya que permite la libre expresión, la polisemia, la resolución de los conflictos, el desarrollo del pensamiento crítico y la interacción con pares y adultos (entre otros factores de fundamental importancia en la dimensión cognitiva y psicosocial). Ahora bien, la creatividad como tema de interés de

muchos autores, ha sido el escenario de diversas controversias. Por ejemplo, ha sido considerada como una cualidad que poseen particularmente algunas personas en mayor medida y no como una potencialidad con la que cada ser humano cuenta y que además puede desarrollar a lo largo de su vida (Donolo & Elisondo, 2007). Sin embargo, desde la perspectiva de Gardner (1982) se asume que, de manera significativa, los primeros años preescolares se revelan como la *edad de oro de la creatividad*, proyectando esa habilidad artística innata de los niños. De esta manera, se puede advertir que este momento vital en particular permite que el ser humano despliegue en su totalidad la creatividad que posee, por ende “todo” ser humano contaría con la probabilidad de convertirse en un *sujeto creativo*, pero entonces ¿Qué sucede con las posibilidades de creatividad ontogenéticamente?

El mismo Gardner profundizando en sus consideraciones sobre el preescolar, menciona que en este momento vital la creatividad que se presenta es tal, que en innumerables ocasiones asombra a un observador. Todo esto, alrededor de las manifestaciones que presenta el niño desde lo artístico, por ejemplo, desde el dibujo, donde los colores, formas y estilos se dejan ver explícitamente, hasta la misma poesía sencilla pero encantadora que entenece y enamora los oídos de quienes la leen. No obstante, este segmento vital es corto y tiende a desaparecer, ya que al ascender a niveles ontogenéticamente superiores, el individuo disminuye tal fluidez, originalidad y elaboración creativa.

En este sentido, se podrían buscar y encontrar posibles “culpables” de este movimiento decreciente de la dimensión creativa en el ser humano: la escuela, los padres, los maestros, la sociedad misma (Amabile, 1998) e incluso desde una perspectiva neurobiológica y usando una especificidad inapropiada y gruesa, a veces se culpa al hemisferio izquierdo del cerebro. En este punto surge la pregunta acerca de qué tan acertadas serían estas posibles explicaciones. Particularmente, Gardner (1993) cuestiona la naturaleza de la habilidad artística temprana, considerando lo que sucede en esta edad en relación con la creatividad artística y el posible vínculo que puede existir entre el niño y un adulto con las habilidades artísticas que motiven al individuo en formación.

Cuando se hace la pregunta sobre “por qué” la creatividad disminuye a medida que pasa el tiempo, queda claro que este asunto no está enmarcado en el hecho de acuerdo con el cual a medida que pasan los años esta se pierde, sino más bien hace referencia al entorno educativo, el cual pareciera tener como fin único anular y transformar toda creatividad en una especie

de monotonía que no permitiría la ruptura de determinados paradigmas. En palabras de Sternberg puede asumirse que “los niños comienzan a suprimir su creatividad cuando, tanto en un sentido literal, como en un sentido figurado, se los instruye para que dibujen dentro de líneas previamente marcadas y se los recompensa cuando lo hacen” (Sternberg, 1997, p. 198).

MÁS ALLÁ DEL PARADIGMA DOMINANTE

Mucho se ha argumentado acerca del lenguaje y el signo como mediador de diversos procesos fundamentales del ser humano, lo cual porta de manera íntima la lógica urdida por el elemento social. En su momento, Vygotsky (1981) destacó la relación dialéctica entre lenguaje y pensamiento. En síntesis, su planteamiento apunta a que el desarrollo del pensamiento y más precisamente los procesos mentales superiores, son interiorización del movimiento. Independientemente del curso continuista o discontinuista que asuma el desarrollo infantil, dicho proceso es *mediado* y esta mediación implica los cuerpos. Lo anterior confiere suma relevancia a la idea de la *zona de desarrollo próximo* que esgrime el propio Vygotsky. En este punto, es posible plantear que la personalidad del niño, su habilidad creativa y su capacidad motora se tejen en el intercambio entre su cuerpo y el contexto mediado por otros. Por tal razón, se puede sugerir que al menos desde el nacimiento como *transición ecológica* o como creación, debe intervenir el otro y la psicomotricidad.

Por su parte, Wallon (1978) se centra en el bebé y hace referencia a sus cambios de posición y a sus actitudes que son inicialmente acompañadas por otro. Evidentemente, las exigencias propioceptivas del infante se encuentran asistidas por la acción del cuidador que lo acompaña en su proceso de desarrollo. Posteriormente, la emergencia de ciertas iniciativas gestuales, deben encontrar en otro un soporte o una limitación. Sobre esta lógica Wallon asevera que las *funciones tónico-posturales* se transforman en funciones de relación gestual y corporal, constituyéndose como una plataforma desde donde se estructuran los cimientos de la vida relacional del ser humano. Así, el niño “descubre” e “inventa” su cuerpo sobre la base de sus transacciones con otro, ya que ese otro privilegiado se constituye como su propia representación en el espejo, convirtiéndose en una imagen que lo re-crea.

Lo anterior es producto de la fundición afectiva y biológica con la figura materna y posteriormente con aquellos sujetos en cuyo lazo está el sello de la proximidad, fusión emocional que impregna la configuración tónica del componente muscular y postural. Podría afirmarse que, el cuerpo no está escuetamente “en conexión” con algo, ya que desde su conformación somática, el cuerpo es relación en tanto sistema psicobiológico. En este sentido, Wallon (1965) enfatiza sobre la idea según la cual los humanos son criaturas psíquicas, biológicas y sociales, defendiendo la influencia de la psicomotricidad¹² en la constitución del pensamiento, sustentando su hipótesis en la composición funcional establecida a partir de los diversos niveles de estructuración del ser humano (orgánico, psíquico y social).

Siguiendo este derrotero lógico, Piaget (1985) retoma el planteamiento de Wallon en sus construcciones sobre la inteligencia relativa al *periodo sensorio-motor*, el cual es esencial para explicar la relación dialógica entre la asimilación y la acomodación inherentes al proceso adaptativo y el advenimiento de la inteligencia práctica. Así, en el primer estadio del sensorio-motor, Piaget constata que el reflejo de succión no es absolutamente rígido, presentando un mínimo de flexibilidad para acomodarse al pezón materno, a la tetina del biberón o a otras configuraciones. Sobre esta dinámica, el infante accede a las formas iniciales de asimilación del objeto (pezón o biberón) lo que le permite discriminar otros objetos que tocan su boca. En este punto, es importante considerar que la *flexibilidad cognitiva* es fundamental para el despliegue creativo del ser humano, así que, no es raro que el punto de referencia entre lo rígido y lo flexible se marque desde el cuerpo como plataforma de los reflejos básicos y paradójicamente de “infinita divergencia”.

Considerando lo anterior, Levin (2006, 2008) replantea algunas de las comprensiones que realiza Piaget en la lógica del ejercicio de los reflejos e introduce el valor de la esfera simbólica que propone el adulto al bebé. De este modo, aduce que, con Piaget podría llegar a pensarse que el placer sensorio-motor reside en el acto de succionar o en el alimento (leche). En este sentido, sería estimulada la acción o la sensibilidad sensorio-motriz

12 La psicomotricidad de acuerdo con el pensamiento de Wallon se refiere a la relación de maduración fisiológica e intelectual y al papel primordial del movimiento en la adquisición de la “madurez psicofísica” del sujeto. En este sentido, el niño se estructura a sí mismo a través de la actividad motora que lo traslada del terreno de lo concreto al espacio de la “abstracción”. Así, su desarrollo discurre del “acto al pensamiento”. Dicho de otro modo, el niño se orienta de las praxias sobre el mundo a la formación de representaciones a cerca del mundo.

en sí misma, en tanto se busca una forma de placer sensorio-motor que aún dista mucho de ser una representación simbólica como tal. Por otro lado, si se considera que el placer sensorio-motor reside en la escena, será en ese montaje (elaborado por el adulto que encarna lo simbólico) donde el desarrollo neuromotriz contribuirá a la organización de la dimensión subjetiva. No obstante, debe existir en el adulto la pre-concepción de la posibilidad humanizadora presente en el contacto y una capacidad de mediar desde el símbolo la fantástica búsqueda de lo humano.

Por otro lado, los planteamientos freudianos ilustran con mayor énfasis el enlace entre el cuerpo como objeto de acción del lenguaje y la psique, sin caer en dualismos y sin perder su orientación biológica, el cuerpo en la teoría freudiana vuelve a ser, parafraseando a Damasio (2005), teatro de las finalidades expresivas del deseo. El cuerpo es objeto de deseo, y fuente de pulsiones, que no solo son del orden de lo biológico, sino que tienen una fuente dinámica psíquica.

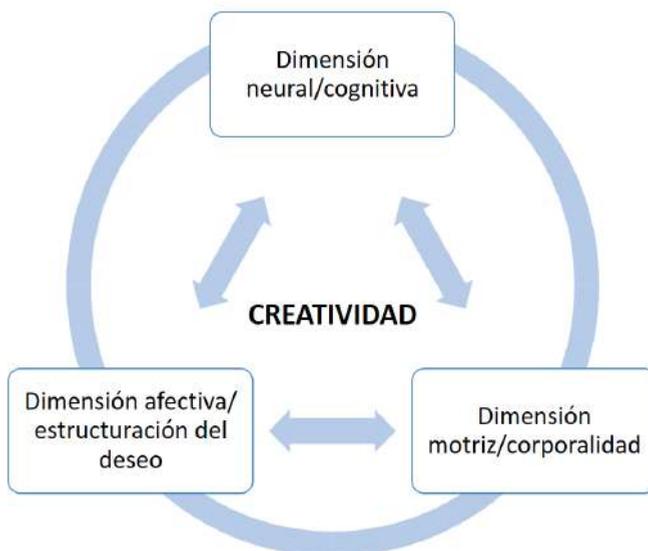


FIGURA 10. Desde la perspectiva asumida, se propone el siguiente esquema que resalta los aspectos que, de manera general, influirían en el despliegue de las habilidades creativas. El *acto creativo* tendría lugar gracias a la actividad integrada al cuerpo, dirigida por elementos particulares del sistema nervioso que posibilitarían la emergencia de la *cognición creativa* como fenómeno psicológico que surge en la interacción social.

Fuente: Elaboración propia

Desde la lógica propuesta en la figura 10, se asume al cuerpo como *locus y catalizador de expresividad afectiva*, en un plano consciente e inconsciente, siendo entonces referente de toda experiencia subjetiva. Reflexionar sobre la subjetividad en este plano conlleva a aludir a la patología del deseo, puesto que el cuerpo comporta ambas polaridades de bienestar y malestar, y estas se evidencian en el “lenguaje corporal”. Sin duda el cuerpo mantiene una “discursividad corporal”, expresando *el yo, el tú y el nosotros* de la enunciación.

A partir del cuerpo, cobran importancia intervenciones que pretenden incluso aprovechar el posicionamiento estratégico propio de la época de la primera infancia, para encaminar estrategias que desde la psicomotricidad busquen impactar aspectos afectivos/emocionales y resilientes en grupos de niños que estuvieron expuestos a situaciones dramáticas y profundamente desfavorecidas (de Lourdes Cró & Pinho, 2019).

Finalmente, es importante hacer énfasis en la concepción que entiende el movimiento en tanto medio para la educación global de la persona (Le Boulch, 1992). Esta idea no sólo aduce al desarrollo, sino a la cuestión de la educación general del ser a través del hecho crítico de la corporeidad. No obstante, dentro del inmenso valor que cobra la gran carrera educativa formal en la que finalmente se involucran los miembros de ciertas culturas cabe preguntarse: ¿Qué lugar le confieren los paradigmas pedagógicos actuales al cuerpo en los procesos de enseñanza-aprendizaje? ¿Qué relación existe entre la escolarización y la curiosidad? ¿Cuando el niño se implica en dinámicas educativas que consideran la corporeidad cuál es el lugar del potencial creativo?

A manera de conclusión se puede afirmar que estas propuestas parecen apuntar al hecho de acuerdo con el cual el ser humano logra su desarrollo biopsicológico al calor del movimiento. Lo anterior aceptando la incidencia de la mediación y el escenario complejo estructurado por el adulto que “invita” al infante paulatinamente al mundo del símbolo. Evidentemente, en todos estos procesos el cuerpo es fundamental para el despliegue de la maduración a todo nivel. En este orden de ideas, la maduración podría asumirse como el conjunto de modificaciones que se producen en el organismo en evolución y que transforman las estructuras potenciales en estructuras funcionales (Le Boulch, 1992). Inicialmente, esta maduración se encuentra influenciada, en gran medida, por los cambios “evolutivos” a nivel de estructuras neurofisiológicas, por las interacciones afectivas y por los vínculos configurados en los intercambios con el mundo. Pero más allá

de la importancia del concepto de organismo y maduración, en el sendero que nos muestran las comprensiones ontogenéticas del infante, se realzan los elementos fundamentales sobre los que debería recaer cualquier intento de comprensión dirigida a dilucidar el surgimiento del potencial creativo del niño. Para ello, es fundamental trascender los enfoques simplistas o los formatos de intervención cuya base frecuentemente fluctúa en la dinámica establecida entre el *dualismo* y el *mentalismo*, para poner sobre el escenario y como horizonte de interés, la subjetividad y el cuerpo. Pero, ¿Cómo podría la psicología ser congruente con estas ideas cuando cotidianamente se refiere a procesos dislocados, a programas que se aplican y esquiva la reflexión sobre los individuos creativos y su corporeidad?

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿En qué han consistido las perspectivas tradicionales para pensar el ser humano y sus procesos psicológicos?
- ¿Qué conquistas durante el desarrollo ontogenético pueden perfilarse como fundamentales para el desarrollo de las habilidades creativas?
- ¿Por qué resulta importante volver al cuerpo y a la subjetividad para aproximarse a la imaginación?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity* (Vol. 87). Boston, MA: Harvard Business School Publishing.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Arden, R., Chavez, R. S., Grazioplene, R., & Jung, R. E. (2010). Neuroimaging creativity: a psychometric view. *Behavioural brain research*, 214(2), 143-156. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.015>.
- Arfuch L. (2007). *El espacio Biográfico. Dilemas de la Subjetividad Contemporánea*. Buenos Aires: Editorial Buenos Aires.
- Bachevalier, J., Meunier, M., Lu, M. X., & Ungerleider, L. G. (1997). Thalamic and temporal cortex input to medial prefrontal cortex in rhesus

- monkeys. *Experimental Brain Research*, 115(3), 430-444. <https://doi.org/10.1007/PL00005713>.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Oxford: Oxford University Press. Barcelona.
- Barbas, H. (2015). General cortical and special prefrontal connections: principles from structure to function. *Annual review of neuroscience*, 38, 269-289. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-033936>.
- Barraca, J., Ancillo, I., Artola, T. & Masteiro, P. (2004). *Evidence of creative imagination - Children*. España: Ed. TEA.
- Bartlett, F. (1988). *Pensamiento un estudio de psicología experimental y social*. Madrid: Ed. Debate.
- Benedek, M., Bergner, S., Könen, T., Fink, A., & Neubauer, A. C. (2011). EEG alpha synchronization is related to top-down processing in convergent and divergent thinking. *Neuropsychologia*, 49(12), 3505-3511. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.004>.
- Benedek, M., Jauk, E., Fink, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neubauer, A. C. (2014). To create or to recall? Neural mechanisms underlying the generation of creative new ideas. *NeuroImage*, 88, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.021>.
- Botella, M., & Lubart, T. (2016). Creative processes: Art, design and science. In *Multidisciplinary Contributions to the Science of Creative Thinking* (pp. 53-65). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-618-8_4.
- Bourdieu, P. (1993). Introducción: Epistemología y metodología. En: *El oficio del sociólogo*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Calderón, C. (2001). Resultados de un programa de tratamiento cognitivo-conductual para niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Anuario de Psicología*, 32(4), 79-98.
- Csikszentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2014). New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in education. In *The Systems Model of Creativity* (pp. 161-184). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9085-7_10.
- Damasio, A. R. (2005). *En busca de Spinoza: neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Madrid: Drakontos
- De Ajuriaguerra, J., & López-Zea, A. (1977). *Manual de psiquiatría infantil*. Barcelona: Toray-Masson.
- De Certeau, M. (1996). *La invención de lo cotidiano: artes de hacer*. 1. México: Universidad Iberoamericana.

- DeLourdesCró, M., & Pinho, A. M. C. (2019). Resilience and Psychomotricity: Strategies of Action in Preschool Education. In *Early Childhood Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 421-437). IGI Global.
- Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental psychology*, 38(3), 352. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.3.352>.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>.
- Dupré, E. (1925). *Pathologie de l' imagination et de l' emotivité*. Paris, Payot.
- Español, S. (2005) Ontogénesis de la experiencia estética. La actitud contemplativa y las artes temporales en la infancia. *Estudios de Psicología*, 26(2) 139-172. <https://doi.org/10.1174/0210939054024885>.
- Fédida, P. (1977). *Corps du vide et espace de séance. París : Hitos de una antropología filosófica del cuerpo: de Descartes a Maine de Biran*. Francia : Jean-pierre Délarge éditions universitaires.
- Fink, A., & Benedek, M. (2014). EEG alpha power and creative ideation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 111-123. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.12.002>.
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., & Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human brain mapping*, 30 (3), 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>.
- Foucault, M. (1999). *Entre filosofía y literatura (22). Locura, literatura y sociedad*. España: Ed.Paidós.
- Fuster, J. M. (2013). *The neuroscience of freedom and creativity: Our predictive brain*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gardner, H. (1982). *Art, mind, and brain: A cognitive approach to creativity*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds: an anatomy as seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham and Gandhi*. New York: Harper Collins Publishers.
- Gilford, J. P. (1980). *Cognitive styles: What are they? Educational & Psychological Measurement*. New York: Plenum Press. <https://doi.org/10.1177/001316448004000315>.
- Green, A. E., Cohen, M. S., Raab, H. A., Yedibalian, C. G., & Gray, J. R. (2015). Frontopolar activity and connectivity support dynamic conscious

- augmentation of creative state. *Human brain mapping*, 36(3), 923-934. <https://doi.org/10.1002/hbm.22676>.
- Harris, J. E., & Whiting, H. P. (1954). Structure and function in the locomotory system of the dogfish embryo. The myogenic stage of movement. *J. exp. Biol*, 31, 501-524.
- Jaušovec, N., & Jaušovec, K. (2000). *EEG activity during the performance of complex mental problems. International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 73-88. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(99\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(99)00113-0).
- Jauk, E., Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2012). Tackling creativity at its roots: Evidence for different patterns of EEG alpha activity related to convergent and divergent modes of task processing. *International Journal of Psychophysiology*, 84(2), 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.02.012>.
- Le Boulch, J. (1992). *Hacia una ciencia del movimiento humano: introducción a la psicokinética*. España: Editorial Paidós, 3.
- Le Breton, D., & Pons, H. (1999). *Las pasiones ordinarias: Antropología de las emociones*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Levin, E. (2006). *Hacia una infancia virtual?: la imagen corporal sin cuerpo*. Nueva Visión.
- Levin, E. (2008). La estructura del síntoma psicomotor: La metáfora en el cuerpo. (7).
- Llinás, R. R. (2003). *El cerebro y el mito del yo: el papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos*. Bogotá: Editorial Norma.
- Martindale, C. (1999). *7 Biological Bases of Creativity* (pp. 137-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mazadiego, T., & Mazadiego, S. (2008). Rehabilitación neuropsicológica para el déficit de atención, a través de la regulación voluntaria de la conducta. *Revista de educación y desarrollo*, 5(9), 35-44.
- McDougall, J. (1991). *Teatros del cuerpo*. España: Ed. Colección Continente/contenido.
- Memmert, D., Baker, J., & Bertsch, C. (2010). Play and practice in the development of sport-specific creativity in team ball sports. *High Ability Studies*, 21(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/13598139.2010.488083>
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. [Fenomenología de la Percepción, Trad. J. Cabanes (1984). Barcelona: Planeta-Agostini]. París: Gallimard.
- Nietzsche, F. (1996). *Humano, demasiado humano: un libro para espíritus libres*. 1 Madrid: Ediciones Akal.

- Perinat, A., & Lalueza, J. L. (2007). *Psicología del desarrollo: un enfoque sistémico*. 83. Barcelona: Editorial UOC.
- Perinat, A., & Lalueza, J. L. (2007). *Psicología del desarrollo: un enfoque sistémico* (Vol. 83). Barcelona: Editorial UOC.
- Piaget, J. (1985). *El desarrollo de la inteligencia en el niño*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Pistoia, M., Abad-Mas, L., & Etchepareborda, M. C. (2004). Abordaje psicopedagógico del trastorno por déficit de atención con hiperactividad con el modelo de entrenamiento de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 38 (1), 149-155.
- Popper, K. (1995). *La responsabilidad de vivir: Escritos sobre política, historia y conocimiento*. Capítulo 3: Observaciones de un realista sobre el problema mente-cuerpo. Barcelona. Ed. Paidós. (pp 82 – 83)
- Quiguanás López, D. M., Millan, J. C., Rodríguez, Y. B., Pabón Sandoval, L. C., & Vera Medina, I. A. (2019). Función motora y fuerza de lanzamiento en deportistas de boccias, con parálisis cerebral.
- Quiguanás López, D. M., Zapata Criollo, J. C., Guzmán Lenis, A. M., Guerrero, A., Ruiz Varón, A. L., Suarez Castillo, D. A., ... & Rivera, J. D. (2018). Función motora manual en parálisis cerebral.
- Ramnani, N., & Owen, A. M. (2004). Anterior prefrontal cortex: insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 184-194. <https://doi.org/10.1038/nrn1343>.
- Razoumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: an EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10(1), 11-18. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00017-3).
- Rojas, L. Q., & Solovieva, Y. (2006). Métodos de corrección neuropsicológica en preescolares mexicanos con TDA. *Eclecta*, 4 (11), 6-15.
- Rosselli, M., Ardila, A., Pineda, D., & Lopera, F. (1992). *Neuropsicología infantil: avances en investigación, teoría y práctica*. Medellín. Colombia: Prensa Creativa.
- Silvio Donolo, D., & Cecilia Elisondo, R. (1). Creativity for all. Consideration about a particular group. *Anales De Psicología / Annals of Psychology*, 23(1), 148-151.
- Simon H. A. (1985). Psychology of scientific discovery. Paper presented at the 93rd annual meeting of American Psychological Association, Los Angeles, CA.
- Starobinsky, J. (1991). *Fragmentos para una historia del cuerpo humano. Breve historia de la conciencia del cuerpo*. Madrid: Ed, Taurus.

- Sternberg, R. J. (1997). *Inteligencia exitosa: cómo una inteligencia práctica y creativa determina el éxito en la vida*. Barcelona: Paidós.
- Tekin, M., & Güllü, M. (2010). Examined of creativity level of primary school students who make sports and do not make sports. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2 (2), 3351-3357. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.514>.
- Tirado, J. L. A., Martín, F. D. F., & Lucena, F. J. H. (2004). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad: intervención psicopedagógica. *Psicothema*, 16 (3), 408-414.
- Torrance, E. P., Glover, J. A., Ronning, R. R., & Reynolds, C. R. (Eds.) (1989). *Handbook of creativity: Perspectives on individual differences*. NY: Plenum Press.
- Turner, B. S. (1989). *El cuerpo y la sociedad: exploraciones en teoría social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Vygotsky, L. (1981). Pensamiento y lenguaje. Ediciones La Pléyade, Buenos Aires.
- Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian & East European Psychology*, 42(1), 7-97. <https://doi.org/10.1080/10610405.2004.11059210>.
- Wallon, H. (1965). Kinestesia e imagen visual del propio cuerpo en el niño. *Estudios sobre psicología genética de la personalidad*.
- Wallon, H. (1978). *Del acto al pensamiento*; Edit. *Psique, Buenos Aires*.
- Yildirim, A. (2010). Creativity in early childhood education program. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9 (10) 1561–1565. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.365>.

CAPÍTULO 4.

LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS Y EL RECONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD

Laura Carolina Pabón Sandoval

<https://orcid.org/0000-0002-1772-9952>

laura.pabon00@usc.edu.co

Liga Huilense de Deportistas con
Parálisis Cerebral – LIHUILDE PC).

Huila, Colombia

Soraya Pardo Jaramillo

<https://orcid.org/0000-0001-5910-5235>

sorayapardojaramillo@gmail.com

Universidad Santiago de Cali.

Cali, Colombia

Sandra Jenny Otálvaro Garcés

<https://orcid.org/0000-0003-3856-7996>

sajeotal34@hotmail.com

Institución Universitaria Antonio José
Camacho. Cali, Colombia

Ana Milena Sánchez Borrero

<https://orcid.org/0000-0003-3816-7597>

ana.milena.sanchez@correounivalle.edu.co

Universidad Santiago de Cali.

Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Pabón-Sandoval LC., Pardo-Jaramillo S., Otálvaro-Garcés SJ., Sánchez-Borrero AM. & Ocampo ÁA. Las prácticas pedagógicas y el reconocimiento de la diversidad. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 95-114.

LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS Y EL RECONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD

Laura Carolina Pabón S. - Soraya Pardo J. - Sandra J. Otálvaro - Ana M. Sánchez B. - Álvaro A. Ocampo.

RESUMEN

Este capítulo se aproxima al problema de la interculturalidad a la luz de las prácticas pedagógicas. De esta manera, se revisan algunas de las miradas acerca del aprendizaje con el propósito de determinar un eje de trabajo común en los diversos actos educativos. Asimismo, se discute sobre la veracidad del carácter eminentemente instruccional y formalizador del aprendizaje. En este sentido, se hace énfasis en la importancia de los presaberes en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje. Seguidamente, se valora el carácter fundamental de reconocer el universo simbólico y las cosmogonías que hacen parte del momento histórico, personal y social propio de cada uno de los educandos. Por último, se asume la interculturalidad dentro de las situaciones educativas como ruta orientadora de prácticas pedagógicas y andragógicas, que aporta componentes axiológicos vitales para la construcción de ambientes de aprendizaje y para la dignificación de la dimensión social.

INTRODUCCIÓN

Asumiendo la relevancia de la cultura y las raíces que fundan la vida y visión de los individuos, se reconoce la interculturalidad en el escenario educativo como una pieza constitutiva de los procesos de desarrollo y aprendizaje que experimentan los estudiantes en el espacio de la educación primaria, media y superior a partir de interacciones dentro del entorno educativo. Para desarrollar esa idea, se propone la reflexión acerca de la importancia de establecer un acuerdo sobre la concepción que cada escuela se representa del proceso de aprendizaje y de su visión implícita del individuo. Posteriormente, se cuestionan aquellas posiciones pedagógicas y andragógicas que tienden a plantear que el aprendizaje solo se logra a partir de lo que un otro nos enseña, específicamente desde las relaciones que se establecen en los ámbitos de

enseñanza formales y tradicionales, relegando este proceso a un acto exógeno. Seguidamente, se considera la función de los presaberes en la estructuración de las relaciones de enseñanza-aprendizaje, reconociendo la importancia práctica del “diagnóstico inicial” como herramienta fundamental para el docente, facilitándole miradas tanto cualitativas como cuantitativas de las posibilidades y el desempeño del educando. Así mismo, se hace énfasis sobre la oportunidad constructiva que reside en el acto de conocer más acerca de la persona del estudiante, incluyendo sus presaberes, su lugar o región de procedencia y las metas que pueda tener, no sólo con respecto a la formación académica, sino también en lo relacionado con aspectos de orden social y motivacional. En este sentido, se destaca la *práctica de seguimiento de los avances del estudiante*, la cual resulta de importancia capital en la medida en que permite que el docente se acerque al educando y busque la manera de confirmar, a través de estrategias metodológicas, que está consolidando conocimientos de manera “progresiva”. Además, se discute alrededor de la idea según la cual, al pensar el proceso de interculturalidad a nivel educativo se debe aceptar que el reconocimiento de la diversidad contribuiría a la delimitación y re-configuración de los diferentes contenidos a desarrollar, los núcleos problémicos y las maneras de evaluar los diversos saberes que se ponen en juego en la educación superior. Finalmente, se plantea que no basta con reconocer la diversidad cultural en los procesos formativos, sino que se hace necesario apreciarla como una fuente significativa de enriquecimiento de las prácticas pedagógicas y de los procesos de todos los educandos en la medida en que es portadora de valores esenciales para crear entornos de aprendizaje y para construir sociedad.

REFLEXIONES SOBRE EL PROCESO DE APRENDIZAJE

Considerando que los primeros aprendizajes quizás tienen lugar en los primeros años de vida y que las condiciones de bienestar de un ser humano son determinantes para su sano desarrollo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, propone que para alcanzar la calidad en la atención de niños y niñas se deben promover entornos seguros y protectores. Estos espacios de desarrollo, eventualmente contribuirán a fortalecer y a garantizar el desarrollo infantil, todo esto a través de un trabajo unificado e intersectorial, que desde la perspectiva de derechos y con un enfoque diferencial, garantice la atención integral que deben tener los sujetos en formación, de acuerdo con su edad, contexto y condición social. Los entornos que se han definido

y en los cuales transcurre la vida diaria y desde los que se alcanzan procesos de aprendizaje importantes para los individuos son: el entorno de la salud, el entorno del hogar, el entorno del espacio público y el entorno educativo.

El entorno de la salud, en el cual se acoge a los niños y las niñas desde el proceso de preconcepción y abarca los momentos de gestación, nacimiento y vacunación, requiere de una serie de seguimientos mediante los programas de control de crecimiento y desarrollo. El entorno hogar, que se considera como el espacio de interacción inicial y primaria entre el infante y los otros miembros de la familia, quienes son responsables (como representantes del primer vínculo socializador) de generar un ambiente de protección, seguridad, cuidado y crianza. El entorno espacio público, está conformado por bibliotecas, museos, iglesias, plazas, calles y parques que los sujetos habitan a través de sus diversas interacciones en el tiempo. Este entorno involucra a toda la comunidad como parte del desarrollo de los niños y las niñas. Por último, se hablará del entorno educativo, en el que se promueven, de una manera intencionada, los procesos pedagógicos propios de la educación inicial, que les permiten a los individuos en formación ir construyendo su identidad, así como las primeras nociones conceptuales.

La acción del docente juega un papel muy importante en la aproximación de estas acciones, diseñando ambientes y experiencias pedagógicas, las cuales parten de los presaberes que traen los niños consigo, ofreciéndoles aprendizajes realmente significativos y experienciales.

Evidentemente, los educadores interactúan con los niños y las niñas en todo momento, desde que llegan a la institución educativa, hasta que se retiran de ella. Un saludo acerca emocionalmente al estudiante y a su docente. Las acciones de relacionamiento deben dirigirse a toda la población, estableciéndose tanto con sujetos con un desarrollo típico como con personas en condición de discapacidad, debido a que las interacciones positivas se constituyen como el reflejo mismo de la calidad en la educación. Lo anteriormente mencionado se sustenta en la idea según la cual, un docente sensible frente a las necesidades de sus estudiantes y comprometido con el propósito de construir aprendizajes significativos, demuestra y vive el importantísimo rol que ambos cumplen en la sociedad.

Habiendo aclarado ciertas condiciones imprescindibles para que tenga lugar una relación en la que la educación del ser humano se haga posible, resulta fundamental abordar la noción de aprendizaje.

Los estudiosos del aprendizaje han intentado definirlo a través de múltiples perspectivas, sin embargo, se pueden considerar algunas aproximaciones que se acercan al fenómeno, dando cuenta de su comprensión incompleta y provisional hasta la fecha.

Para algunos autores, el aprendizaje consiste en los cambios que se presentan en la conducta como resultado de la práctica que se lleva a cabo en el diario vivir en cualquier aspecto (Beltran, 1993).

Desde una mirada basada en los principios de la escuela conductista, el aprendizaje sería igual a nivel de cualquier contexto, lo que se entiende por *equipotencialidad*. De esta manera, las leyes del aprendizaje serían aplicables a diferentes ambientes e individuos, lo que sugiere que sólo existiría una única forma de acceder al aprendizaje y ésta estaría basada en la asociación (Pozo, 1989).

Esta postura circunscribe las discusiones acerca del aprendizaje a elementos eminentemente predecibles, controlables y medibles, tratando de cumplir con un “requisito de objetividad”. En el peor de los casos, el aprendizaje se limitaría a las modificaciones en el comportamiento del aprendiz. Según este supuesto, se asume que el ambiente provee un conjunto de estímulos que aportan a que el educando vaya reforzando una serie de conductas que luego presentará en determinadas condiciones.

Otra definición de aprendizaje hace alusión a los cambios, más o menos duraderos, que el ser humano presenta a nivel de sus capacidades en el marco de las actividades que realiza, sin que estas sean atribuidas a sus procesos de crecimiento y maduración o relacionadas con patologías. Esto comprende entonces los cambios ocurridos en el individuo, sugiriendo que el aprendizaje nunca deja de producirse (Díaz y Martins, 1997) y que transforma tanto percepciones como conductas debido a las experiencias vividas (Alonso, Gallego y Honey, 1997).

De acuerdo con estas miradas, se puede asumir que el aprendizaje es un proceso donde se adquieren conocimientos, habilidades, actitudes y valores mediante la experiencia en diversos entornos, llámese escuela, hogar, trabajo, entre otros, asumiendo una igualdad en la forma de lograrlo, sin delimitar distinciones en los procesos formativos con los que llega cada uno de los sujetos a las situaciones de aprendizaje.

Por otro lado, otras aproximaciones aceptan la idea según la cual el aprendizaje implica modificación de las capacidades inherentes al procesamiento de información de un individuo, lo que nos llevaría a asumir que existen dinámicas subyacentes al aprendizaje de los individuos como la percepción, la atención, la memoria, la comprensión entre otros procesos complejos que hacen parte de las denominadas *funciones ejecutivas*, esenciales para registrar, procesar, almacenar y resolver situaciones problemáticas y por qué no, situaciones inciertas y nuevas.

Otra forma de relacionarse con la idea de aprendizaje es aquella que involucra las posibilidades de hacer las que puede llegar a disponer el aprendiz, puesto que, los saberes llegan a encontrar utilidad y se inscriben en maneras prácticas que se materializan desde la aplicabilidad e incluso cobran un sentido cultural para el individuo en formación.

Ciertamente, la exploración de aquello que concebimos como proceso de aprendizaje nos ubica en un punto de partida interesante para configurar las prácticas pedagógicas. De acuerdo a Feuerstein (como se citó en De Zubiria, 2006) tanto las metodologías como las didácticas son sutilmente transformables por el modelo pedagógico adoptado, de esta manera se puede afirmar que los *modelos heteroestructurantes* apelan a las metodologías expositivas y magistrales, al tiempo que los *modelos autoestructurantes* favorecen actividades como la realización de talleres, excursiones, experimentos, laboratorios, salidas e incluso visitas a museos y desfavorecen en un porcentaje alto la lectura, el diálogo y la exposición docente.

En cuanto a las *metodologías interestructurantes*, estas se relacionan directamente al diálogo y a la valoración de procesos de aprendizaje, lo que implica que estos se llevan a cabo por fases y niveles de complejidad que afirman la mediación del docente frente a la figura del estudiante. De esta manera, se propone llevar a cabo diálogos desequilibrantes que tienen como resultado la “desestabilización” tomando como referente los presaberes con los que llega el estudiante y valorando la necesidad de la implementación de estrategias pedagógicas como la indagación, el debate, la explicación, entre otros, en la búsqueda de la comprensión, la trascendencia, la mediación del significado y el despliegue del pensamiento divergente.

Sin el ánimo de agotar las posibilidades para abordar la idea de aprendizaje, se hace énfasis en la importancia de asumir que el aprendizaje debe implicar que el individuo llegue a desarrollar una serie de actitudes vinculadas al

saber ser, alrededor del conocimiento del que se apropia y que a su vez pueda utilizarlas para su construcción como persona y para el despliegue de su potencial creativo. En otras palabras, se pretende que el aprendizaje parta de una mirada fundamentada desde el sujeto y hacia el sujeto, procurando que él mismo pueda orientar la aplicación de estos saberes en pro del desarrollo de su proyecto de vida y del tejido social.

A partir de estas definiciones, se puede inferir que la enseñanza depende del aprendizaje, puesto que, si no hubiese alguien dispuesto a aprender, ¿A quién se le llegaría a enseñar? Para empezar, es posible plantear que ambos conceptos estarían ligados ya que juntos cobran sentido y se integran constituyéndose como el proceso de enseñanza-aprendizaje (Fenstermacher, 1989).

EL SUJETO, EL AMBIENTE Y EL OTRO

Gvirtz y Palamidessi (1998) plantean que la enseñanza es: *una* “actividad que busca favorecer el aprendizaje. La enseñanza genera un andamiaje para facilitar el aprendizaje de algo que el aprendiz puede hacer si se le brinda una ayuda...” (p. 135). Sin embargo, resulta fundamental cuestionar aquellas posiciones radicales que, abierta o implícitamente, asumen que solo se aprende a partir de lo que un otro nos enseña, particularmente en el escenario de las relaciones que se establecen en los ámbitos de enseñanza-aprendizaje formales y tradicionales. Así, vale la pena lanzar la pregunta de manera concreta: ¿Sólo se aprende a partir de lo que un docente nos enseña de manera formal, en un contexto institucional?

Siguiendo este derrotero lógico, la participación del otro en tanto probable representante del conocimiento formal, que hace parte del acervo cultural e histórico de la humanidad o de los diversos pueblos, se constituye como un elemento vital en el aprendizaje y en el desarrollo que puede llegar a estructurar un educando en una rama del saber (Rogoff, 2003; Vigotsky y Kozulin, 1995). No obstante, sin desvirtuar el valor social del aprendizaje, se ponen a consideración algunos de los aprendizajes perceptivos que logramos en la medida en que interactuamos con el mundo. Por ejemplo, en cuanto a las habilidades visuales aprendemos de manera muy temprana a reconocer la profundidad mediante la maduración y las experiencias en esta modalidad sensorial (que constantemente es retroalimentada por la

experiencia motriz). Del mismo modo, aprendemos a reconocer cuando un objeto está lejos y cuando está cerca estableciendo relaciones asociadas a su tamaño. Igualmente, llegamos a entender cómo la percepción de velocidad cambia en función de la distancia a la que se encuentra un objeto en movimiento. En este sentido podemos saber que, en términos regulares, un objeto lejano al parecer se mueve más lento, mientras que un objeto cercano nos permite apreciar en él una mayor velocidad en función de nuestros sistemas sensoriales y el modo en que éstos se apropian de la realidad. En cierta medida, podríamos coincidir en que, aunque estos aprendizajes dependen de la experiencia, no están necesariamente ligados a relaciones tradicionales de enseñanza-aprendizaje, ni a los espacios escolares, puesto que el aprendizaje inicia desde el primer día de vida. Si se asume que muchos de los saberes en las diversas dimensiones del conocimiento se estructuran a partir de los aprendizajes perceptivos básicos tanto a nivel visual, táctil, cenestésico como auditivo, entonces podríamos aceptar, aunque sea en una mínima posibilidad, que los aprendizajes cognitivos más complejos, no necesariamente llegan a construirse en un contexto de interacción con un otro de naturaleza formal y escolarizada. Por tal razón, se acepta que existen datos, piezas de información, saberes y experiencias que el individuo llega a consolidar en una profunda interacción con el ambiente que lo rodea, y desde la dinámica que implica, tanto un proceso biológico madurativo como su participación en un ambiente que le provee estímulos a nivel de lo físico, lo sensorial, lo cognitivo y lo social. Este conjunto de hechos, eventos, situaciones y condiciones de vida, se consideran de vital importancia al momento de “aplicar métodos de aprendizaje” en las instituciones y eventualmente insidiría sobre la apuesta hacia un perfil predeterminado como producto del proceso educativo o la búsqueda de un individuo curioso, creativo e innovador desde su singularidad.

EL LUGAR DE LOS PRESABERES

La empresa de generar comprensiones acerca del acto educativo no solamente requiere que se lleguen a establecer relaciones pedagógicas en función de las interacciones que implican el grupo/clase, los objetos del conocimiento y el docente, sino que también reclama la necesidad de asumir las interacciones desde la singularidad de cada educando, apoyando también una concepción particular de individuo que aprende. Pero en cuanto a la idea del sujeto que aprende, también habría que cuestionarse ésta, siendo que en una relación de aprendizaje, ambas partes están sujetas a aprender una de la otra, aunque

esta situación no se considera dentro de la concepción tradicional de enseñanza, en la cual el aprendizaje sería eminentemente unidireccional.

Efectivamente, en estas dinámicas se debe asumir como elemento fundamental el proceso de diagnóstico inicial que puede llevar a cabo el docente, respaldado desde miradas tanto cualitativas como cuantitativas del desempeño del educando. En este orden de ideas, si se acepta que el individuo por sus interacciones con el ambiente y por la asimilación y acomodación de sus propios esquemas mentales puede llegar a modificar aspectos de su inteligencia, también resulta esencial pensar al ser humano como portador de ciertas maneras de ver la realidad y como constructor de ciertas formas explicativas de los fenómenos que lo rodean.

Si se piensa el asunto a partir de metáforas, algunos estudiosos han aceptado que el niño pequeño, gracias a la particularidad de su forma de pensar la realidad, se constituye como una especie diferente al humano en su versión adulta. No en vano Rousseau en su libro *Emilio, o De la educación* presenta un niño que sería evolutivamente diferente al adulto, que debía ser educado teniendo en cuenta sus intereses¹³.

Ciertamente, no se puede asumir al niño como un adulto pequeño tal como se concebía hasta el siglo XVIII. No obstante, más allá de la discusión moralizante al mejor estilo de Rousseau (1762/2014), de acuerdo con la cual *el ser humano nace bueno y es la sociedad quien lo pervierte*, a través de sus investigaciones Piaget (1973) logra evidenciar que las maneras de explicar, propias de los niños e incluso las formas particulares de equivocarse que estos presentan, los hacen individuos difíciles de comprender desde la mirada del pensamiento humanamente maduro. En este sentido, la puesta en escena del valor fundamental de los *conceptos cotidianos* en los procesos de aprendizaje, tanto de la vida diaria como a nivel escolar, resulta esclarecedora en la medida en que estos se lleguen a “implicar constructivamente” en la

13 Aunque vale la pena aclarar que Rousseau asumía este proceso de una manera muy diferente en lo que respecta al niño y a la niña (a saber Emilio y Sofía), planteando mayor libertad para el aprendizaje y la proyección a futuro en el hombre que en la mujer. Posición que en la actualidad se perfila como un dato histórico, en términos de una visión justa y respetuosa del valor de los géneros y de su derecho al desarrollo de su potencial en igualdad de condiciones (desde una perspectiva ideal y sin el ánimo de abarcar en esta apreciación todas las singularidades culturales, así como algunas posturas de poder que relativizan el asunto, ya que este problema, complejo por demás, no es parte del propósito de este documento).

apropiación de los *conceptos formales* o científicos que aporta la institución denominada escuela a través de las prácticas pedagógicas, que desde luego, se insertan en los imaginarios cultures de los sujetos.

De acuerdo con los avances contemporáneos a nivel de las Ciencias de la educación, el individuo no debe compararse con un vaso vacío que el docente llena con los aprendizajes provenientes de su amplio conocimiento y dominio a nivel de determinado campo simbólico. Esta postura nos aproxima a idea de un sujeto activo que se ubica más allá de la responsividad ante los estímulos provenientes del medio ambiente.

Establecer el diagnóstico inicial como una práctica regular al inicio de los diversos cursos de formación en la educación primaria, media y superior, ubica al maestro en una atmósfera de interés por las posibilidades con que llegan los estudiantes y su probabilidad de ser exitosos dentro de los objetivos propuestos para cada asignatura. Así, el diagnóstico inicial le permite al docente realizar ajustes y repensar estrategias para garantizar que, habiendo estudiantes con niveles de conocimiento heterogéneos, estos tengan la posibilidad de irse involucrando activamente en la construcción y comprensión de los diversos problemas y conocimientos que se desarrollan en el espacio del aula. Por tal razón, el diagnóstico inicial más que un requisito protocolario se perfilaría como el punto de partida para saber desde qué lugar, a qué velocidad y en qué condiciones “arrancan las diversas naves” que representan cada estudiante desde su experiencia particular y desde su singularidad, considerando que no existe una sola metodología para “enseñar”, una manera única de aprender, ni tampoco una sola ruta para el despliegue creativo del potencial de vida.

¿QUIÉN ES EL EDUCANDO?

El quehacer pedagógico debe acudir a múltiples maneras para propiciar situaciones de aprendizaje, para garantizar la naturaleza inclusiva predominante en las maneras particulares que tienen los diferentes educandos para apropiarse de los diversos saberes. Es así como la acción pedagógica, en tanto didáctica, necesita estructurarse a partir de formatos representacionales variados. En este sentido, ciertas didácticas emplean las habilidades narrativas para abordar la apropiación del conocimiento, o quizás en otras circunstancias el docente decida recurrir a mapas conceptuales,

dramatizaciones, juegos, situaciones de resolución de problemas, video foros, entre otras didácticas activas que dinamicen el momento educativo, teniendo en cuenta que todo proceso de enseñanza debe partir de la identificación de quiénes son los que aprenden como brújula para guiar la implementación de estrategias.

De igual manera, se reitera sobre la importancia de conocer más acerca de la persona del estudiante, incluyendo: a) las experiencias y formaciones previas que este pueda haber tenido, b) su lugar de origen y procedencia y c) las metas que éste pueda haberse establecido, no sólo con respecto a la formación académica sino también en lo concerniente a aspectos de orden social y motivacional. Del mismo modo, se propone realizar un proceso de seguimiento a los avances del estudiante, el cual sería favorable para la dimensión formativa, en la medida que el docente se aproxime al educando y busque la manera de confirmar a través de estrategias metodológicas que, efectivamente el aprendiz sí está consolidando los conocimientos de manera exitosa (Pérez-Galindo, 2018a; Pérez-Galindo, 2018b; Lins, Coelho, Lins & Messeder, 2019). En efecto, conocer más acerca del estudiante implica contar con la flexibilidad para desligarse de la representación del proceso de enseñanza-aprendizaje como acto unidireccional, y más bien, entenderlo como una relación que se establece cara a cara entre el grupo-clase (o entre el aprendiz) y el docente. Así, se hace necesario ubicarse en esta misma relación, pero esta vez, considerando al individuo como integrante esencial del *vínculo de aprendizaje*, que implicaría mirar al educando (en su individualidad) y al maestro desde sus posibilidades formativas en una relación bidireccional.

Es así que, reconocer aspectos como las formaciones previas que tienen algunos de los estudiantes, por ejemplo, su origen familiar, su proceso escolar, las profesiones u oficios que han desempeñado en el pasado o quizá incluso en la actualidad, se propone como un aspecto de interés para el docente y para la posterior orientación de su acción pedagógica. Lo anterior, no solamente puede enriquecer la dinámica del curso en términos de los aportes que estos educandos pueden llegar a realizar desde sus vivencias y desde sus saberes, sino también para implicar estas experiencias en las propuestas, vinculándolas a las maneras en que el mismo docente puede llegar a cautivar la motivación y el interés de los diferentes perfiles y formas de sentir que hacen parte de la diversidad en el aula.

La interculturalidad como problema que impregna los niveles del Saber, el Saber Hacer y el Saber Ser propiamente dicho, ha atravesado lo humano desde tiempos inmemorables, como una necesidad urgente en todas las dinámicas formativas. En las instituciones educativas, cada vez más, el asunto de la interculturalidad se constituye como un pilar para quienes lideran una labor educativa, desde el desafío que implica enfrentarse a la heterogeneidad de grupos y los métodos de enseñanza y evaluación que deberían ser acordes a esa diversidad. Por tanto, la interculturalidad entendida como espacios de comunicación entre sujetos de diversas identidades culturales, es una condición propia de aquellos individuos que ingresan a un sistema educativo, en especial en el siglo XXI. No es un secreto que estas situaciones son cotidianas en el mundo contemporáneo, como escenario de contacto entre sociedades y culturas, y como dinamizador de diálogos, malentendidos, alianzas y conflictos desde los que llegan a constituirse los seres humanos (Grimson, 2001).

No se puede negar que la lógica de la interculturalidad ha crecido de manera significativa, superando las barreras sentadas desde la intolerancia y la simple aceptación del multiculturalismo en la sociedad actual, aportando a las relaciones interpersonales elementos esenciales de comunicación que se enmarcan en el diálogo, el entendimiento y la unión entre culturas. Recurriendo a un ejemplo particular, se puede mencionar que como territorios diversos y dotados de una gran riqueza natural y cultural, Latinoamérica y el Caribe, son la fuente de cosmogonías marcadas por la singularidad, que paulatinamente han ido saliendo de sus entornos rurales y han empezado a liberarse del temor a enfrentar nuevos retos que los inscriben cada vez más en las rutinas urbanas, por lo que se puede afirmar que, la interculturalidad ha permitido a su paso consolidar: a) el conocimiento mutuo entre culturas, b) que exista horizontalidad en las relaciones y c) el respeto por la diferencia. Claramente, este proceso no es ajeno a la dinámica de la educación primaria, media y superior, en donde resulta esencial el desarrollo de relaciones interpersonales fundadas desde el reconocimiento de las diferencias culturales.

Como generadora de ambigüedad, esta inclusión intercultural propia de las instituciones y de las propuestas de educación superior, necesariamente ha ido haciéndose presente en las aulas de destacadas universidades que han diversificado sus entornos de saber con miembros de grupos indígenas y afrodescendientes que durante mucho tiempo han sostenido una “lucha” por hacer valer su derecho legítimo a la educación. Por lo anterior, resulta

importante reconocer que, en la actualidad muchas comunidades cuentan con profesionales que se han capacitado específicamente para liderar a su gente y de esta manera, llegar a favorecer el enriquecimiento del nivel de acceso a los saberes y a las oportunidades de vida. En los escenarios universitarios, cada vez es más frecuente el encuentro entre comunidades culturales diversas, que favorecen la apropiación y el relacionamiento con *otros* desde esas diferencias. En su libro *Interculturalidad y comunicación*, Grimson describe cuán importante resulta considerar las implicaciones de este fenómeno: “El mundo actual, y quizás cualquier sociedad humana, resulta incomprendible sin atender a las relaciones entre grupos, sociales y culturas. *Relación* es la palabra clave” (Grimson, 2001, p. 14).

Algunos de estos grupos étnicos cuentan con el apoyo de movimientos sociales, articulados con el ámbito educativo, que no solo los respaldan, sino que también proponen y llevan a cabo estrategias que permiten que la interculturalidad sea un hecho que favorezca a todos. En este sentido, algunos entes gubernamentales, organizaciones no-gubernamentales e incluso fundaciones de carácter privado, asumen determinadas responsabilidades educativas, contribuyendo al proceso de interculturalidad como apuesta social. (Aupetit, 2006).

Ciertamente, más allá de las formaciones que pueden llegar a tener los educandos y de la heterogeneidad que podrían representar las mismas, el reconocimiento de aspectos de origen y de las experiencias que trae consigo cada individuo, se constituye como un aporte para la estructuración de prácticas pedagógicas que consideren las diversas realidades y el componente intersubjetivo en el proceso aprendizaje. Por tal razón, aproximarse al reconocimiento de las metas y sueños que pueden haberse propuesto los diversos estudiantes, se perfila como una información valiosa que podría favorecer procesos de enganche motivacional que, además, puede llegar a involucrar el papel de las emociones en los procesos de apropiación de los diversos saberes. En síntesis, se reivindica el valor contenido en el acto de darle espacio al sujeto (desde los inicios del proceso de enseñanza) a través de una mirada que cobije todas sus dimensiones y que cultive esa motivación para hacerlo surgir a partir de los escenarios educativos fundados en identidades subjetivas, con mosaicos culturales y que propenda hacia el desarrollo de la curiosidad.

Por otra parte, contribuir a que el estudiante llegue a discriminar entre: a) sensación de aprendizaje, b) aprendizaje y c) comprensión, resulta ser una

práctica que le confiere claridad al pedagogo, en pro de la validación de los avances que experimentan los diferentes aprendices. Comúnmente, y sin un propósito consciente, muchos estudiantes pueden llegar a sentir que en un momento dado de la clase aprendieron, pero después de un rato podrían ser “víctimas de esta ilusión”, ya que cuando se les confronta nuevamente con el conocimiento es probable que no puedan dar cuenta de lo que supuestamente interiorizaron. Es así que, la sensación de conocimiento es una mala consejera del afianzamiento del aprendizaje, puesto que la verdadera apropiación de los saberes va de la mano con *aprendizajes significativos* que solo se logran desde miradas diferentes para orientar la enseñanza (Ausubel, Novak & Hanesian, 1976).

En su versión más radical, el aprendizaje podría llegar a ser reducido a la simple disponibilidad de información memorística con la que en algún momento puede contar el estudiante y que podrían inscribirlo dentro de maneras de aprendizaje mecanicistas y poco productivas tanto para él, como para su entorno cultural. De acuerdo con esta lógica, el presente texto defiende la idea según la cual la comprensión que el individuo logra de los diversos saberes se ubica por encima de la simple disponibilidad de información o formas de proceder frente a las demandas de aplicación formal de los mismos e instaura al sujeto dentro de la posibilidad de construir nuevo conocimiento, así como plantear posiciones críticas, creativas y propositivas frente al conocimiento ya existente. Efectivamente, esto implica una aproximación mucho más flexible de cara al proceso de consolidación de los múltiples saberes.

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS SABERES AL CALOR DE LA DIVERSIDAD

Hacia el final de esta reflexión, se propone como elemento fundamental poder comprender, en su justa medida, la idea según la cual, en el proceso de interculturalidad a nivel educativo, no basta con reconocer la diversidad, sino que se hace necesario apreciar la misma como uno de los pilares de las prácticas pedagógicas y de los procesos de todos los educandos, en la medida en que ésta es portadora de valores fundamentales para crear entornos significativos de aprendizaje. Evidentemente, se acepta que el reconocimiento de la diversidad estaría también delimitando y a su vez sería configurado por la deconstrucción y reconstrucción de los diversos asuntos

a desarrollar en las asignaturas, los problemas a ser tenidos en cuenta y las maneras de evaluar los múltiples saberes que se ponen en juego en las prácticas correspondientes a la educación primaria, media y superior. Vigotsky (como se citó en Pozo, 1989, p. 191) plantea esa construcción de saberes y el acompañamiento necesario para ello, considerando “que el hombre no se limita a responder a los estímulos, sino que actúa sobre ellos, transformándolos y ello es posible, gracias a la mediación de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta”.

Por tanto, asumir con compromiso la idea de interculturalidad como un valor fundamental para la construcción colectiva de conocimientos, resultaría ser un punto de partida central para el proceso de enseñanza-aprendizaje. De lo contrario, la interculturalidad quedaría reducida a una especie de discurso vacío, constituyéndose como un simple adorno del cual se revisten ciertas prácticas pedagógicas para validarse como a) sofisticadas, b) humanizantes y c) ubicadas a la vanguardia de lo que las Ciencias de la educación y las Ciencias humanas proponen en la actualidad.

En este sentido, tomarse en serio la interculturalidad, implica no sólo reconocerla, sino apreciarla y entremezclarla como un valor esencial de la práctica pedagógica. Esta dinámica invita necesariamente al maestro a delimitar de manera diferente los diversos problemas o núcleos conceptuales, alrededor de los que girarán sus acciones formativas, así como ajustar las metodologías para el desarrollo y la construcción conjunta de los saberes teniendo en cuenta las relaciones educando-educando, maestro-educando y de los diversos agentes en relación con el conocimiento. Además, es importante transformar el paradigma según el cual, en los espacios educativos quien “aprende” es solo el estudiante, dejando por fuera del proceso al docente, cuando en la actualidad se reconoce que éste a través de la lectura, del debate y del relacionamiento con sus estudiantes, también va construyendo y deconstruyendo su conocimiento.

Asimismo, al considerar seriamente la interculturalidad en las prácticas pedagógicas y andragógicas, el proceso valorativo y evaluativo traería el escenario tanto las metodologías cuantitativas como cualitativas, las cuales se ajustarían en términos de las necesidades culturales que presentan los diversos miembros del grupo-clase y de la obligación humana que apremia al docente frente a su compromiso por lograr que los diversos estudiantes avancen en el proceso de configuración de los saberes. Proceso que además favorecería formas sociales de *participación guiada* (Rogoff, 1997) que

delimitarían caminos para acercarse tanto al saber cómo a la expresión creativa basada en los efectos culturales que emergen de la relación con los otros (Glăveanu, 2010; Nouri, et al., 2015).

Como fenómeno complejo, la interculturalidad se instala más allá de los espacios educativos para entroncarse en la dimensión psicológica, social, económica y política, desde diversas maneras de actuar derivadas de sus implicaciones como constructo y evento cotidiano. Grimson precisa que ésta “abarca un conjunto inmenso de fenómenos que incluyen la convivencia en ciudades multiétnicas (...) Estados multiétnicos, proyectos empresarios, el turismo, la vida fronteriza y los medios masivos de comunicación, entre otros” (Grimson, 2001, p. 15).

Se resalta la necesidad imperante de involucrar el debate sobre la interculturalidad como aspecto esencial en las reflexiones acerca del proceso educativo. Los efectos de esta acción incluyente, se reflejarían en el aporte colectivo que implica que los miembros de diversas culturas que hayan pasado por la experiencia de escolarización accedan a la oportunidad de participar en procesos de cambio y transformación del tejido social, aportando desde el pensamiento divergente y la acción creativa a la construcción de un mundo más acogedor y digno. Para ello, es necesario entender que la articulación entre la interculturalidad y aquello que se conoce como el acto educativo, debe ir más allá de posiciones egocéntricas, que se cubren con la bandera de la diversidad, para estar a la vanguardia de lo que se trabaja en las Ciencias de la educación, para responder a pedidos institucionales o para garantizar espacios que aporten a la perpetuación del ejercicio del poder. Efectivamente, estas agendas ocultas que se alejan del bien común para instaurarse en el terreno de los conflictos de interés propios de un docente con una política errática y ajustada a su conveniencia, hacen que las futuras reflexiones deban orientarse a mirar la interculturalidad y el aprendizaje más allá del ejercicio de poder y la paradoja de la dominación.

CONCLUSIONES

Pensar la interculturalidad y los procesos de aprendizaje en el ámbito de la educación primaria, media y superior, requiere abrirse a la posibilidad de revisar múltiples aspectos que hacen justicia a la naturaleza compleja del asunto. Es así como, las formas de aproximarse al proceso de aprendizaje

contribuyen al establecimiento de un punto de partida que orienta el sentido del acto educativo como acción transformadora. Este ejercicio trascendental empieza con la validación de una mirada que incorpore la diversidad de los individuos, su identidad cultural y sus formas pensar, apostándole a un aprendizaje basado en este encuentro y no en sistemas tradicionales que al final se caen por su propio peso.

En este punto, cabe aclarar que, sin demeritar el profundo valor social del proceso de aprendizaje, no solo se conquistan los saberes a partir de lo que un otro le enseña al individuo en un contexto institucional que le apuesta a determinadas formas de elaboración de los saberes. Evidentemente, se podría afirmar que un *aprendizaje significativo* se elabora desde los intereses y motivaciones de los sujetos; para ello, el docente se convierte en un mediador de la construcción de los diversos saberes.

Del mismo modo, se otorga valor al lugar de los presaberes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, qué de manera práctica, se abren a la mirada del docente desde los procedimientos y relaciones establecidas en aquello que se conoce como “diagnóstico pedagógico inicial”. En este sentido, la posibilidad que se brinda el maestro para conocer al estudiante desde su persona, sus posibilidades cognitivas y su cosmogonía, favorecen la construcción del conocimiento del individuo en formación y contribuyen a la delimitación y despliegue del acto educativo y la experiencia de aprendizaje, lo que constituye la interculturalidad como matriz esencial de las relaciones pedagógicas y andragógicas en aras del aprendizaje y la construcción de la dimensión relacional.

Por tanto, a la reflexión acerca de la interculturalidad en el contexto educativo le urge dejar de reducirse a un término que se utiliza en todos los discursos de manera obligada. Lamentablemente, pareciera que la interculturalidad como palabra y como realidad cotidiana, se ha abordado de un modo desafortunado, quedando escindida de la aplicación en hechos de la vida diaria y sensible. Es así como los procesos de aprendizaje y de evaluación, deberían responder a la necesidad presente en la invitación inmediata para generar ambientes de aprendizaje capaces de redirigirse hacia la búsqueda del respeto por la diferencia contenida en el valor de la diversidad.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Qué entendemos por aprendizaje?
- ¿El aprendizaje depende solamente de una experiencia formal e institucionalizada? (Argumente su respuesta)
- ¿Qué importancia tienen los presaberes en el proceso de enseñanza-aprendizaje?
- ¿Por qué el tema de la interculturalidad debe tenerse en cuenta en los espacios educativos?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, C. M., Gallego, D. J., y Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Editorial Mensajero.
- Aupetit, S. D. (2006). *Pathways to Higher Education: una oportunidad de educación superior para jóvenes indígenas en México*. México: Anuiés.
- Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., y Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.
- Beltrán Llera, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Editorial Síntesis, SA.
- De Zubiría Samper, J. (2006). *Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante*. Bogotá: Coop. Editorial Magisterio.
- Díaz Bordenave, J., y Martins Pereira, A. (1997). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje* (No. IICA C10-57). Costa Rica: IICA.
- Fenstermacher, G. (1989). Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. *La investigación de la enseñanza: enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- Glăveanu, V. P. (2010). Paradigms in the study of creativity: Introducing the perspective of cultural psychology. *New ideas in psychology*, 28(1), 79-93. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2009.07.007>.
- Grimson, A. (2001). *Interculturalidad y comunicación* (Vol. 7). Bogotá: Editorial Norma.
- Gvartz, S., y Palamidessi, M. (1998). *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza* (Vol. 1). Buenos Aires: Aique.
- Lins, L. D., Coelho, M. C., Lins, S. V. S., & Messeder, M. L. L. (2019). Conceptions of interculturality in Physics Education in Bahia.

- International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(5). <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.5.12>.
- Nouri, R., Erez, M., Lee, C., Liang, J., Bannister, B. D., y Chiu, W. (2015). Social context: Key to understanding culture's effects on creativity. *Journal of Organizational Behavior*, 36(7), 899-918. <https://doi.org/10.1002/job.1923>.
- Pérez Galindo, C. A. (2018a). *Fundamentos para la implementación de los lineamientos curriculares*. Cali: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Pérez Galindo, C. A. (2018b). *Herramientas para la implementación de los lineamientos curriculares*. Cali: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Piaget, J. (1973). *La formación del símbolo en el niño*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pozo, J.I (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata.
- Rogoff, B. (1997). Los tres planos de la actividad sociocultural: apropiación participativa, participación guiada y aprendizaje. *La mente sociocultural. Aproximaciones teóricas y aplicadas*, 111-128.
- Rogoff, B. (2003). *The Cultural Nature of Human Development [La naturaleza cultural del desarrollo humano]*, Nueva York: Oxford University Press.
- Rousseau, J. J. (1762/2014). *El contrato social*. e-artnow.
- Vygotsky, L. S., y Kozulin, A. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. (pp. 97-115). Barcelona: Paidós.

CAPÍTULO 5.

CREATIVIDAD COMPUTACIONAL: CIENCIA COGNITIVA Y NUEVAS APUESTAS EN CREATIVIDAD Y EDUCACIÓN

Danna Aristizábal Oviedo

<https://orcid.org/0000-0001-9982-3047>

dannaaristizabal@gmail.com

Universidad Cooperativa de Colombia
- Sede Cali, Colombia

Juan Felipe Martínez Flórez

<https://orcid.org/0000-0003-2914-0819>

juan.felipe.martinez@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Aristizábal-Oviedo D., Martínez-Flórez JF. y Ocampo ÁA. Creatividad computacional: ciencia cognitiva y nuevas apuestas en creatividad y educación. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 115-154.

CREATIVIDAD COMPUTACIONAL: CIENCIA COGNITIVA Y NUEVAS APUESTAS EN CREATIVIDAD Y EDUCACIÓN

Danna Aristizabal Oviedo - Juan Felipe Martínez Flórez -
Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

La segunda mitad del siglo XX y el inicio del siglo XXI se han caracterizado por proponer un salto tecnológico y cultural en planos intelectuales y sociales. Uno de los nuevos campos científicos en desarrollo durante esta época es el de la ciencia cognitiva, un paradigma interdisciplinar para el estudio de las facultades mentales. La psicología cognitiva como parte de la ciencia cognitiva no ha sido ajena a la influencia de este nuevo paradigma y ha adoptado y desarrollado conceptos que proponen nuevos abordajes teóricos y metodológicos para estudiar y explicar los procesos asociados a la mente. En este capítulo se pretende reflexionar en torno a la habilidad de innovación o creatividad a partir de lo que el desarrollo teórico y tecnológico en la ciencia cognitiva y computacional nos brinda para su comprensión. Para esto, empezaremos por algunos conceptos generales en ciencia computacional y cómo hacen parte e influyen en la sociedad moderna. En segunda instancia presentaremos, sin entrar en muchos tecnicismos, algunos de los sistemas de algoritmos y técnicas computacionales con el fin de entender en rasgos generales su funcionamiento, para, posteriormente revisar qué pueden aportarnos en la comprensión de las habilidades creativas y discutir si estos sistemas pueden o no ser creativos por sí mismos. Finalmente pretendemos centrarnos en las formulaciones específicas de la psicología cognitiva buscando derivar cómo los avances en las ciencias cognitivas y de la computación han influido en la psicología cognitiva y brindan nuevas concepciones al momento de pensar los procesos de creatividad en nuestra sociedad actual y específicamente en procesos como la educación.

INTRODUCCIÓN

Las Ciencias de la computación han supuesto avances enormes para la sociedad humana en su conjunto. Estos avances son una revolución que ha determinado un desarrollo tecnológico de velocidad inquietante en las últimas décadas, que ha derivado en cambios en la sociedad, la manera de relacionarnos, comunicarnos, expresarnos y explicarnos a nosotros mismos. En sí misma, la revolución computacional y tecnológica es un fenómeno creativo bastante interesante del cerebro humano, pero en este capítulo vamos a enfocarnos en los postulados teóricos derivados de la revolución computacional de segunda mitad del siglo XX dirigidos a entender algunos postulados de la neurociencia cognitiva y computacional y que nos aporta para la comprensión de los procesos cognitivos humanos, particularmente la creatividad.

La creatividad es una de las cualidades humanas más excelsas. Para muchos la creatividad es el soporte de la inteligencia humana, y fue la clave del triunfo evolutivo del *homo sapiens* al contribuir al desarrollo de herramientas y ficciones culturales que caracterizan las sociedades humanas (Kurzweil 2012). La creatividad, la habilidad de innovar e imaginar distingue nuestra especie, y contribuye al relativo dominio sobre su entorno, y con frecuencia usamos para distinguir lo “humana” de nuestra inteligencia de otros tipos de inteligencia en la naturaleza. Las características que han definido el pensamiento creativo se caracterizan por el cambio de la realidad que rodea, por la innovación y la habilidad de dar respuestas originales por romper las reglas que rigen el *statu quo* en un determinado contexto. El pensamiento creativo ha suscitado revoluciones sociales y científicas a lo largo de la historia de la humanidad. Desde la simple creación de herramientas para innovar en la cacería de animales, hasta la innovación en nuevas formas de relacionarnos como sociedad, como los derechos civiles. La habilidad de crear no solo implica la creación de tecnologías, sino que se extiende hasta cada rincón que el pensamiento humano puede abarcar.

Al día de hoy el conocimiento construido a lo largo de generaciones nos ha permitido incrementar nuestro potencial tecnológico y de procesamiento de información más allá de sus implicaciones, por ejemplo, para las ciencias de la salud (Szolovits, 2019) y las formas de aprendizaje que determinados sistemas artificiales pueden desplegar (Benditkis, Keren, Mor-Yosef, Avidor, Shoham & Tal-Israel, 2019). Esto, ha proveído nuevos conocimientos

que han permitido formular hipótesis sobre la manera cómo funciona la mente y tratar de emular estos procesos mediante diferentes sistemas de procesamiento. Si bien la habilidad de crear e innovar es considerada como específicamente humana, y que una máquina no cuenta con la suficiente para trascender los propios límites de su programación para dar una respuesta innovadora y potencialmente *creativa*, consideramos que esta es una visión muy romántica fundada en prejuicios o en un probable mal entendido en el proceso que se pretende explicar o la manera cómo funcionan las técnicas computacionales que dan lugar a diversas implementaciones de Inteligencia Artificial (IA).

En este capítulo se pretende reflexionar en torno a la habilidad de innovación o creatividad a partir de lo que el desarrollo teórico y tecnológico en la ciencia cognitiva y computacional nos brinda para su comprensión. Para esto, empezaremos por algunos conceptos generales en ciencia computacional y cómo hacen parte e influyen en la sociedad moderna. En segunda instancia presentaremos, sin entrar en muchos tecnicismos, algunos de los sistemas de algoritmos y técnicas computacionales con el fin de entender a rasgos generales su funcionamiento, para posteriormente, revisar qué pueden aportarnos en la comprensión de las habilidades creativas y discutir si estos sistemas pueden o no ser creativos por sí mismos. Finalmente pretendemos cerrar el capítulo buscando derivar cómo los avances en las ciencias cognitivas y de la computación podrían brindar nuevas concepciones al momento de pensar los procesos de creatividad en nuestra sociedad actual y específicamente en procesos como la educación.

LA SOCIEDAD DE LAS METÁFORAS Y LA AUTOMATIZACIÓN

La sociedad actual se caracteriza por la automatización e hiperconectividad. Estamos viviendo una época de transformación equivalente a la revolución industrial, la edad de la revolución digital. Así como la revolución industrial introdujo máquinas que permitieron la producción en masa, la revolución contemporánea ha dotado a las máquinas de habilidades como el procesamiento autónomo de información, procesamiento del lenguaje e incluso toma de decisiones.

La revolución digital ha traído consigo la masificación de la tecnología computacional. El computador de mesa, tabletas y teléfonos inteligentes,

internet y la explosión de redes sociales y contenido han cambiado la forma en que nos comunicamos entre nosotros y la manera como se realizan ciertos trabajos en la sociedad, e incluso cómo nos relacionamos con objetos y nosotros mismos. Hoy podemos apreciar cómo las niñas siguen jugando con muñecas *Barbie* (Matell, 2017) tradicionales, pero que lejos de ser un juguete pasivo, pueden conectarse a internet, reconocer el lenguaje humano, enviar esta información a un servidor que la analiza y emitir una respuesta relativamente coherente a su interlocutor. De igual forma, los asistentes virtuales en los teléfonos inteligentes cuentan con sistemas de procesamiento de voz capaces de reconocer el lenguaje hablado y, a partir de este reconocimiento, brindar respuestas a las necesidades del usuario. Otro ejemplo interesante lo representan algunos proveedores de contenidos en línea como Google o Facebook, que cuentan con sistemas de procesamiento que recopilan datos de sus usuarios permitiéndoles “aprender” sobre los mismos y ser capaces de entablar pequeñas interacciones donde pueden hacer bromas o sugerencias o brindar asistencia basado en la información recopilada. Actualmente, Google tiene en fase de prueba en distintas ciudades de Estados Unidos a *Waymo*, su prototipo de auto inteligente capaz de conducirse automáticamente, gracias a que su soporte de inteligencia artificial “lo ayuda a tomar decisiones correctas” mientras se entrena en espacios en construcción, dejar pasar a un vehículo en emergencia y ceder espacio a un vehículo que esta por estacionar. Una tecnología que promete ayudar a reducir índices de accidentalidad, disminuir la contaminación, brindar movilidad a personas inhabilitadas para conducir e incluso, ofrecer un servicio comercial de viajes compartidos autónomos.

Detrás de estas tecnologías de uso diario y de las que están por llegar, se esconden algoritmos capaces de integrar diferentes tipos de entradas de información y brindar una respuesta en forma de datos o acciones. Son estos algoritmos, sustentados en desarrollos teóricos en el paradigma de la computación, lo que denominamos Inteligencia Artificial. Se consideran inteligentes porque no solamente son capaces de recopilar información, sino que, además, pueden codificar y discriminarla a partir de diferentes entradas, incluso pueden aprender y seleccionar una respuesta de acuerdo con determinado contexto. Por ejemplo, *Waymo*, el proyecto automóvil autónomo de Google, cuenta con software y distintos sensores de movimiento, imagen y audio que lo hacen capaz de distinguir el tipo de camino, obstáculos, otros vehículos, ciclistas, a la vez que se encuentra conectado a internet para integrar información sobre las posibles rutas y estado del tráfico, y sobre esta información decidir cuál sería el mejor

recorrido para llegar al destino. Así mismo, regula y, obviamente, conduce. Incluso es capaz de reconocer señales de tránsito en el camino o los gestos realizados por los ciclistas con sus brazos y predecir el movimiento de ruta de estos y otros vehículos en el camino, para de esta forma, regular su propio movimiento. No habría que ser muy perspicaz para comparar los algoritmos de funcionamiento de algunos de estos sistemas inteligentes como el de *Waymo* con el funcionamiento cognitivo humano y preguntarse si existen algunas semejanzas. Ambos son sistemas que recopilan información de su entorno proveniente de sus diversos “sensores”, la integran y ejercen un procesamiento sobre esta para regular una acción a ejecutar.

La comparación de las habilidades humanas con objetos o creencias tomadas por verdades en una determinada época no es algo nuevo. En su momento explicamos mediante el concepto de alma o espíritu los dones provenientes de la inteligencia, los sentimientos o la creatividad mediante la inspiración divina. Las musas, la chispa divina, la capacidad de acceder mediante un mundo de ideas perfectas a través del pensamiento han sido otras explicaciones para aquellas particularidades de la mente humana. Con la aparición de las primeras máquinas en el renacimiento, René Descartes comparó el funcionamiento del cuerpo humano al de una máquina. Implantando una idea que, ya en la época de la revolución industrial era totalmente aceptada, en la que el cuerpo y cada órgano trabajan como un mecanismo al unísono para producir las distintas facultades, entre ellas el pensamiento; como en aquella frase célebre de Cabanis acerca del cerebro que “(...) excreta pensamientos como el hígado bilis” (Canguilhem, 1991).

Por tanto, no resulta ajeno que una vez las primeras nociones de computación autónoma comenzaron a aparecer, estas fueran comparadas con los procesos cognitivos humanos. Pues estos primeros sistemas de computación parecían exhibir cualidades hasta ahora atribuidas únicamente a la mente humana como memoria, manipulación de símbolos o toma decisiones. Esta comparación dio lugar al campo de las ciencias cognitivas, un área del conocimiento en la que intervienen diferentes ciencias como la computación, neurociencias, psicología y filosofía, así como a la muy conocida *metáfora del ordenador*, idea según la cual la mente humana procesa y manipula información de manera muy semejante a los principios de computación implementados en los ordenadores.

Uno de los principales contribuyentes al desarrollo inicial de las ciencias de la computación fue Alan Turing. Turing, considerado también como

padre de la computación moderna, colaboró en el desarrollo de las primeras supercomputadoras, incluido *Coloso*. Coloso fue una máquina de cómputo que contribuyó enormemente a la victoria de los aliados en la segunda guerra mundial, al permitir decodificar más fácilmente los mensajes encriptados de los alemanes. Hacia 1950, y con las primeras comparaciones entre la inteligencia computacional y la inteligencia humana, Turing ideó una pregunta para determinar qué tan inteligentes podrían llegar a ser las computadoras. La pregunta de Turing o prueba de Turing supone que si una máquina puede contar con el suficiente potencial de procesamiento para entablar una conversación con un ser humano y que este último no lograra distinguir si se encuentra hablando con una máquina u otro ser humano, entonces dicha máquina es tan inteligente como un ser humano. Si bien Turing pronosticó que para el año 2000 ya debería existir dicha computadora, al día de hoy no existe una computadora o máquina con quien podamos establecer un diálogo de la misma forma que lo hacemos con otro humano. Sin embargo, sí se han creado computadoras que han podido igualar y superar el potencial de procesamiento humano en muchas otras cualidades que podemos considerar como “inteligentes”.

Si bien hoy en día ya estamos entrados en el siglo XXI y ninguna máquina ha logrado superar la prueba de Turing, este hecho, no necesariamente sugiere que la mente humana no cuenta con propiedades computacionales. Posiblemente, solo hemos entendido de manera equivocada algunos conceptos como inteligencia, lenguaje o conciencia, ya que consideramos que la capacidad para emitir y comprender un lenguaje está en relación directa con la capacidad de procesamiento o manejo inteligente de datos, cuando probablemente está más ligada a la capacidad para ser y entender de manera consciente aquello que decimos o nos dicen y, de esta forma, descifrar su sentido emocional o informativo. De tal forma, la conciencia poco podría tener que ver con la inteligencia, sino con el hecho de ser un ser vivo y estar en el mundo, es decir podría tener que ver más con el hecho de poseer un cuerpo y llevar a cabo intenciones en el mundo (Chalmers, 2014), de tal forma que, por más inteligente que hagamos una máquina, no necesariamente esto la hará más consciente de sí misma y capaz para comprender sus entradas o respuestas en el lenguaje.

A pesar de esto, las ciencias de la computación han permitido crear sistemas para comprender cómo el cerebro genera funciones cognitivas, de hecho, para algunos investigadores (Frank 2015; Frank & Badre 2015) los avances en computación han permitido establecer rutas de investigación y elaborar

teorías más acertadas para los avances en neurociencias. Actualmente, se desarrollan diferentes proyectos en distintos laboratorios del mundo como el *Connectome* o el *Blue Brain Project* que apuntan a igualar o modelar muchas de las propiedades cognitivas del cerebro humano.

El *Human Brain Connectome*, o en su traducción al español el Proyecto del Conectoma Humano, es el primer intento por mapear punto a punto el entramado de conexiones del cerebro humano. Este es, quizá, uno de los más grandes proyectos llevados a cabo por la ciencia equiparable con el mapeo del genoma humano. El término conectoma fue introducido Sporns y Hagman en 2005 como parte de su disertación doctoral para referirse al plano de las conexiones de un determinado espacio en el cerebro, es decir el vocablo pretende expresar un conjunto de conexiones. El conectoma humano apunta inicialmente, mediante el uso de técnicas de neuroimagen y microscopía, a realizar un mapa estructural y funcional del cerebro humano. Mapa que posteriormente pretende ser analizado e implementado en una plataforma computacional. En otras palabras, el proyecto Conectoma Humano pretende describir las conexiones de cada neurona a nivel individual al igual que comprender la organización funcional que logran dichas conexiones a gran escala en el cerebro adulto sano. Estas piezas de información conformarán una base de datos que permitirá modelar computacionalmente dicho funcionamiento en una plataforma informática. Es decir, sería posible modelar artificialmente un cerebro humano.

Es un proyecto multidisciplinar que involucra algunos de los laboratorios con mayor potencial tecnológico y computacional del mundo, en los que se incluyen los de la Universidad de Harvard, la Universidad de Washington, entre otros. En síntesis, el proyecto del Conectoma Humano ha contribuido al desarrollo y mejoramiento de técnicas de neuroimagen y promete contribuir a la comprensión del funcionamiento del cerebro y a entender con mejor precisión cómo emergen las funciones cognitivas.

Por otra parte, el proyecto *Blue Brain* apunta a realizar una reconstrucción digital a nivel molecular del cerebro humano. El proyecto dio inicio en 2002 por cuenta de Henry Markamán y recibió posteriormente el apoyo de IBM. Puntualmente, el proyecto apunta a construir representaciones computacionales de cada unidad y estructura funcional, y busca recrear la organización total del cerebro humano. Para esto, se utilizan varias supercomputadoras distribuidas en varios laboratorios europeos entre España y Suiza, este último principal financiador del proyecto. Hasta ahora el proyecto dio por

concluida su fase I en 2007 que consistió en simular exitosamente una columna cortical, la cual es considerada como la unidad modular funcional de la neocorteza. A partir de entonces, el proyecto entró en su fase II la cual consiste en simular un mayor número de columnas interconectadas, así como la construcción de la simulación de nivel molecular. Para el profesor Markman, una vez esté terminada la reconstrucción simulada en su totalidad, *Blue Brain* debería ser capaz de hablar y exhibir las mismas habilidades cognitivas de un cerebro humano (Fildes 2009).

Por último, Google no se queda atrás en cuanto a la construcción de súper sistemas inteligentes con su *Google Brain*. Si bien este proyecto no apunta a simular directamente las funciones cognitivas humanas, a partir de una reconstrucción del cerebro humano apunta a dotar a las máquinas de inteligencia autónoma. Este proyecto utiliza técnicas de Aprendizaje Profundo (*Deep Learning*) y Aprendizaje Automático (*Machine Learning*) con el objetivo de dotar a las máquinas de inteligencia autónoma, lo que permitiría facilitar diferentes tareas realizadas por humanos. Este proyecto iniciado en 2011 incluye iniciativas como *Waymo* y utiliza algoritmos de flexibilidad adaptativa y de aprendizaje basado en su propia experiencia, a la vez que pretende integrar el uso de grandes cantidades de datos en internet para incrementar la potencial inteligencia de las máquinas. Entre los logros de *Google Brain*, hasta el momento, se cuenta el lograr crear inteligencias artificiales capaces de encriptar información y competir con otras inteligencias artificiales, así mismo, ha avanzado en el procesamiento de datos lingüísticos con el *Google Neural Machine Translator*, el último algoritmo usado en su traductor capaz de detectar sutiles variaciones en la idiosincrasia de cada lengua y capaz de aprender a partir de las traducciones que cada día hacemos en su traductor.

Los anteriores proyectos en desarrollo dan cuenta del potencial computacional que hemos alcanzado hoy en día y sus prometedoras apuestas a futuro. Pero, ¿cómo funcionan exactamente los sistemas de inteligencia artificial? y ¿qué es exactamente lo que los hace susceptibles de ser comparados con la cognición humana?, ¿podrían llegar a exhibir habilidades que podríamos llamar creatividad? A continuación, presentaremos de manera general algunos de los principios básicos de sistemas computacionales basados en Redes Neuronales Artificiales que parecen exhibir habilidades comparables a algunas funciones cognitivas humanas, esto sin hacer uso de muchos tecnicismos, pero con las referencias adecuadas para el lector interesado en profundizar en estos temas. Se pretende comprender cómo funcionan

y qué propiedades tienen estos sistemas computacionales y qué podrían brindarnos para ampliar la comprensión del concepto de creatividad.

MÁQUINAS QUE APRENDEN

La Inteligencia Artificial (IA) es un concepto bastante amplio que involucra varias acepciones, incluso, puede ser tema de debate el concepto de inteligencia por sí mismo, sin embargo, podemos definir de manera general la inteligencia artificial como el conjunto de técnicas y algoritmos susceptibles de ser implementados en un hardware y que buscan modelar o imitar la inteligencia humana. La IA es un campo bastante amplio que puede abarcar distintos tipos de técnicas, enfoques y aproximaciones, e incluye los desarrollos a nivel de software y hardware. En ciencias de la computación tiende a considerarse inteligente a cualquier agente informático o físico capaz de exhibir conductas o habilidades que le permiten resolver problemas o manipular información autónomamente. En este apartado, presentaremos algunos sistemas del Aprendizaje Automático (Machine Learning), el cual es una rama de la IA, que principalmente se enfoca en el desarrollo de sistemas autónomos capaces de aprender por sí mismos y que exhiben habilidades, que en muchos casos se podrían catalogar cognitivas y muy semejantes a las humanas. Algunos de los sistemas del Aprendizaje Automático, como las Redes Neuronales Artificiales (RNA), han tenido un profundo impacto en la neurociencia y la psicología contribuyendo a descubrimientos, nuevas formulaciones teóricas y al desarrollo de herramientas de diagnóstico y análisis de datos.

REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Las redes neuronales artificiales (RNA), ahora con cerca de setenta años de existencia, contados desde los trabajos fundadores de McCulloch y Pitts (1943), que permitieron la solución a funciones lógicas elementales, han tenido grandes desarrollos, aplicaciones e impacto en múltiples campos científicos y tecnológicos. Las ciencias del hombre no han sido la excepción, en particular, al interior de la psicología cognoscitiva –uno de los pilares conceptuales de la ciencia cognoscitiva– y de la neuropsicología se han producido muchos trabajos orientados a la generación de modelos de la función y la disfunción neurocognoscitiva que emplean RNA.

Las RNA usualmente son utilizadas para construir modelos de la función cognitiva, sean estos biológicamente inspirados o imitaciones funcionales. Un modelo es una representación de un objeto complejo, de un sistema o de un proceso que puede tomar una forma física, como aquellos empleados en arquitectura, o abstracta (modelos matemáticos o computacionales), como los que se emplean en meteorología, ingeniería o cognición. En general, la modelización permite un mejor entendimiento de objetos, sistemas o procesos complejos en tanto que los modelos capturan ciertos aspectos importantes mientras hacen abstracción de otros. La modelización neurocognoscitiva puede llevarse a cabo a través de programas computacionales cuyo comportamiento es similar, en ciertos aspectos, al comportamiento humano y de cuyo uso y desarrollo se espera ganar mayor comprensión de la estructura causal y del curso temporal de los procesos cognoscitivos.

Desde un punto de vista general, las RNA son básicamente un conjunto de neuronas artificiales interconectadas que –inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano– pretenden imitar el funcionamiento de aquel (Caicedo, 2009). Una vez que la neurociencia se pudo establecer, hacia finales del siglo XIX y gracias al descubrimiento de Santiago Ramón y Cajal (que el tejido nervioso no era un circuito continuo como sí lo era el sistema circulatorio, sino un conjunto de unidades discretas separadas llamadas neuronas, lo que se conoce como la teoría neuronal que triunfó sobre su opuesta la teoría reticularista) se crearon nuevas bases para estudiar las propiedades y características de dichas unidades. Las neuronas biológicas reciben *inputs* (en sus dendritas) de otras neuronas a través de sus proyecciones (axones) que generan conexiones llamadas sinapsis, que mediante transmisión química producen bien despolarización o bien hiperpolarización en la neurona postsináptica, mediante la apertura selectiva de canales iónicos. En promedio, cada neurona recibe entre 5000 y 20 000 *inputs* (sinapsis) cuyos efectos deben ser sumados espacial y temporalmente en un tiempo que oscila, típicamente, entre 20 y 30 ms. Si se produce suficiente despolarización (*inputs* excitatorios), la neurona produce un potencial de acción que, una vez iniciado en el cuerpo de la célula, es conducido bajo la modalidad de todo o nada para alcanzar el terminal sináptico donde puede, a su vez, afectar otras neuronas. Contrariamente, *inputs* inhibitorios a la neurona propiciarán hiperpolarización que hará que la neurona tenga menos probabilidad de disparar ya que el potencial de membrana se aleja de un umbral crítico en el que se producen los potenciales de acción. Así pues, las neuronas biológicas pueden ser pensadas como elementos computacionales. Estos principios generales son los que inspiran las RNA.

Una red neuronal artificial es conjunto de neuronas artificiales, nodos o unidades interconectadas entre sí mediante conexiones que actúan como los axones y las dendritas de las neuronas biológicas (ver figura 11). Las RNA pueden ser monocapa o multicapa. En las primeras, unas unidades de entrada, que no realizan ningún tipo de procesamiento, pasan dichos inputs a otra capa de unidades que realizan cálculos y generan las salidas. Las redes multicapa cuentan con varias capas de unidades: una de entrada, una (o varias) oculta (s) y una de salida. Las conexiones transmiten la activación en direcciones específicas.

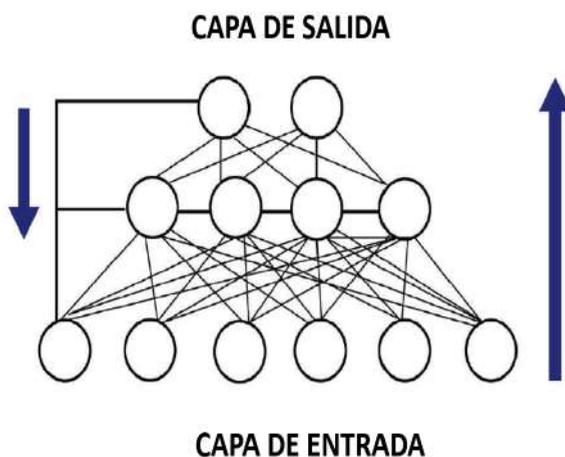


Figura 11. Diseño típico de una RNA de tres capas totalmente conectadas. La actividad pasa de las unidades de la capa de inputs a las unidades ocultas y finalmente a las unidades de salida. Las conexiones son los pesos sinápticos

Fuente: Basado en Rolls & Treves (1998).

La figura 11 es un ejemplo de red con propagación “hacia delante” (*feedforward*) y retropropagación, es decir, que puede transmitir su activación en varias direcciones. Esta arquitectura se fundamenta en la idea clásica de aprendizaje a partir de la asociación de estímulos entre los cuales existe una relación, idea que ha sido descrita no sólo como un aprendizaje cognitivo sino además biológico (Rolls & Treves, 1998). De una manera general, podríamos asumir esta arquitectura como un asociador de patrones de tres capas (Cobos Cano, 2005). Esta definición quiere decir que dicha red no solo se caracteriza por su carácter asociativo, sino que además cuenta con tres capas, una de *input*, otra oculta o de procesamiento y otra de salida. En

esta arquitectura, todas las capas se encuentran ampliamente conectadas y su activación se propaga de la capa de *input* hacia la capa de salida “hacia adelante” (*feedforward activation*).

Aunque este tipo de red no suele contener conexiones laterales ni de tipo “recurrente”, en este caso cuenta con un algoritmo recurrente conocido como retropropagación de error. Así mismo, esta red también se caracteriza porque sus unidades de salida no solo tienden a recibir *inputs* de sus unidades de entrada, sino que también reciben durante su proceso de entrenamiento (o aprendizaje) un *input* externo a la red que indica cual es patrón de salida esperado en un caso determinado. Por lo general, la codificación de la información en sus unidades se realiza en binario 0 o 1, para representar la ausencia o presencia de determinadas características. A grandes rasgos, podemos decir que la función de la capa de input es la de representar la presencia o ausencia de ciertos eventos o estímulos antecedentes, la de la capa intermedia u oculta es la de asociar los inputs de entrada con los de salida, mientras que la función de la capa de salida es la de representar la presencia o ausencia de eventos consecuentes. La representación de los estímulos y las respuestas consecuentes se corresponde con un patrón de activación o un vector en la capa correspondiente.

El aprendizaje de la red sucede a partir de ejemplos, donde cada ejemplo corresponde a una pareja de vectores (vector de *input* y vector de salida) esta forma de aprendizaje es bastante interesante dado que emula la pauta básica de aprendizaje por asociación de humanos y animales. Este tipo de aprendizaje es quizá uno de los mejores descritos en la literatura psicológica y filosófica y fundamentalmente hace referencia al aprendizaje que ocurre a partir de la experiencia con objetos y acontecimientos. Esta arquitectura es bastante flexible y generalmente se programa con una de las posibles reglas de aprendizaje. Estas reglas, básicamente hacen referencia a la operación matemática que determina la modificación de los pesos sinápticos dentro de la red. La elección de la regla de aprendizaje define por mucho el tipo de procesamiento y resultado que se obtiene de la red. Para este caso la red cuenta con la regla de corrección de error o retropropagación. Este algoritmo, propuesto en los años 60 y redefinido por Rumelhart, Hinton (1992) consiste en propagar el error hacia atrás, esto es, enviar la información de la capa de salida hacia la capa de entrada, haciendo escala en las capas ocultas intermedias y ajustando los pesos de las conexiones con el propósito de disminuir dicho error. Existen, además, diferentes versiones o reglas del algoritmo de retropropagación y diversas arquitecturas en las que puede ser estudiado.

Este tipo de sistema distribuido da cuenta de algunos atributos “generales” de la cognición humana. Por ejemplo, tiene la capacidad de reaccionar frente a la similitud de los estímulos, a no ser que el objetivo tenga que ver con el aprendizaje de una diferencia significativa. Así mismo, puede generalizar a nuevos estímulos de la misma categoría, en tanto que estos mantengan ciertas características comunes básicas, descubriendo invarianzas o “reglas”, además, su funcionamiento secuencial puede rastrearse por etapas, el cual está fundado en un aprendizaje cuantitativo. Del mismo modo, presentan numerosas dependencias tanto en aspectos del contexto como de los sesgos estadísticos relacionados con las entradas. Por ejemplo, si han de aprender a transformar una serie de rasgos fonéticos en letras, la adquisición se verá influida por la proporción de letras y rasgos fonéticos, además de la semejanza fonética entre dos letras y demás (Xu & Rudnicky, 2000). Actualmente, se están estudiando diversas propiedades de las RNA, sin embargo, vale la pena subrayar que los procedimientos empleados aportan un marco computacional, en el que no se hace necesaria la formulación de reglas explícitas acerca de la información representada y las operaciones del procesamiento subyacentes, puesto que todo lo anterior puede ser descrito de acuerdo a los patrones cambiantes de activación y de conexión al interior de la red distribuida en paralelo. De este modo, el procesamiento se refleja en las modificaciones que experimenta el patrón de activación, en tanto que los patrones conectivos representan el conocimiento del sistema, que se transforma a raíz de la actividad intrínseca de la red (Martínez, Gutiérrez, Ruiz & Hervás-Martínez, 2005).

Las RNA se constituyen como una herramienta potente para abordar los problemas de la cognición y hace posible la incorporación y relación de datos de otros campos complementarios como la neurociencia, puesto que las RNA se asumen como “analogías funcionales” del sistema nervioso, en la medida en que tienen en común determinadas características. Esto las ubica en calidad de modelos explicativos considerables. Particularmente, desde esta lógica se acepta que una red neuronal simula el funcionamiento neuro-cognitivo de acuerdo con los aspectos enunciados a continuación:

- La red accede al conocimiento por medio de un proceso de aprendizaje.
- Las *conexiones entre las neuronas* (denominadas pesos sinápticos) se emplean para almacenar dicho conocimiento.
- Cuentan con elementos de procesamiento computacional básico (neuronas).
- Conectividad y representatividad.

- Disponen de una función de activación.
- La activación está sujeta a la ley de “todo o nada”.

De acuerdo con la psicología cognitiva, la idea que fundamenta la comprensión de los modelos basados en las RNA, tiene que ver con que dichas redes presentan un marco “biológicamente orientado” (sin necesidad de ser netamente organicista), dado que se mantiene al interior de los límites mecanicistas de la ciencia cognitiva. Por lo anterior, se asume el presupuesto computacional, ya no orientado hacia la manipulación de representaciones simbólicas, sino dirigido hacia los procesos emergentes de las unidades o conexiones que se perfilan como estructuras organizadas propias de un sistema de cómputo (Martínez, Gutiérrez, Ruiz & Hervás-Martínez, 2005).

NIVELES DE MODELIZACIÓN

Además de modelizar las funciones cognoscitivas, las RNA pueden ser empleadas para modelar la manera como las redes neuronales reales (o los circuitos cerebrales reales) funcionan. En uno o en otro caso, habrá que tener en cuenta distintos niveles de simulación y grados variables de plausibilidad. Teniendo en cuenta las funciones del sistema nervioso a distintos niveles de organización y abstracción, Kohonen (1990) propuso una categorización de cuatro niveles de los modelos neuronales: modelos de nivel neuronal, modelos de nivel de redes, modelos del nivel del sistema nervioso y modelos del nivel de las operaciones mentales. En el primer nivel, se trata de entender, en primera instancia, cómo computan los circuitos cerebrales para así hacerse a unas bases fundamentales y realistas que permitan entender la función cerebral (Rolls & Treves, 1998). En el segundo nivel, se trata de modelos que comprenden una red homogénea individual para simular funciones idealizadas del sistema nervioso tales como la memoria asociativa. Un ejemplo típico sería el uso de asociadores de patrones para modelizar el condicionamiento clásico.

Los modelos del nivel del sistema nervioso y los modelos del nivel de las operaciones mentales recurren al ensamblaje de dos o más modelos de nivel de redes para simular fenómenos sistémicos tales como la categorización, la formación de conceptos y la función motora u operaciones y procedimientos complejos como el pensamiento y la resolución de problemas, entre otras. La simulación de las funciones cognoscitivas es generalmente llevada a

cabo mediante modelos de los niveles dos y tres propuestos por Kohonen. A partir de ellos se puede teorizar sobre la cognición misma. Enseguida, se presenta una revisión de los principales trabajos de modelización de procesos cognitivos humanos seguida de una revisión de la literatura sobre modelización de la disfunción cognoscitiva.

MODELOS CONEXIONISTAS DE LAS FUNCIONES/PROCESOS COGNOSCITIVOS

Los trabajos en modelización de la función cognoscitiva han investigado complejas funciones tales como la percepción visual, la resolución de problemas y la memoria, entre otras. Pero, con toda seguridad, entre todas las exploraciones realizadas por los modeladores conexionistas, la del lenguaje ha sido el área más prolija y avanzada, la que más interés ha generado, la más controvertida (Pylyshyn & Fodor, 1988) y, sobre todo, la más fructífera de todas. Esta gran explosión de investigación del lenguaje con RNA tiene que ver con una doble perspectiva de investigación que incluye aspectos diacrónicos y sincrónicos del mismo. Así pues, en la literatura se pueden identificar esfuerzos orientados a la modelización de diversos aspectos del funcionamiento y desarrollo del lenguaje a nivel de lo lexical, lo morfológico y lo semántico.

DISLEX (Miikkulainen, 1997) es un modelo de RNA del lexicón mental que fue construido para evaluar la hipótesis según la cual el lexicón humano es modular y que consta de un componente semántico central y memorias separadas para las diferentes modalidades de *input* y *output* (palabra oral, palabra escrita, entre otras.) La red consiste en mapas de rasgos separados para las distintas modalidades lexicales (morfológica y fonológica) y para la representación semántica de las mismas conectados por vías ordenadas. El modelo es “lesional” y simula trastornos disléxicos y compromisos afásicos de categoría específica similares a los observados en pacientes.

La adquisición y producción de nuevas palabras por los niños se asume como uno de los componentes más estudiados en las investigaciones enfocadas desde las RNA como modelos desarrollistas. El desarrollo de la producción de las palabras presenta una serie de características particularmente interesantes debido a las distintas pautas temporales que tiene lugar durante su desarrollo, apuntándole a un patrón de evolución que pareciera ser de

naturaleza no lineal. Alrededor del año de vida el vocabulario poco a poco comienza a “conquistarse” y posteriormente entre los 18 y los 20 meses, se acelera el ritmo de adquisición. Este tipo de pauta, conocido como *vocabulary spurt* en la literatura anglosajona, ha sido modelizada (Plunkett, Sinha, Moller & Schafer 1992-1999) tomado como punto de partida un sistema de etiquetado que relaciona imágenes con etiquetas a través de un algoritmo de retropropagación. Así, el sistema puede generar una etiqueta (palabra) en presencia de una imagen aislada o de los inputs específicos, lo que significa que es capaz de llegar a la producción de una denominación, hasta cierto punto, tal como lo hace un niño cuando se le solicita nombrar un objeto.

Más puntualmente, Plaut & Kello (1999) propusieron un marco que da cuenta del desarrollo fonológico, en el cual la fonología media entre las representaciones acústicas, articulatorias y semánticas al servicio de la comprensión y la producción del habla. Esto, según los autores, se logra mediante el aprendizaje de un modelo *forward* de los procesos físicos que relacionan la articulación con el sonido. Una vez que se ha desarrollado, el modelo puede ser usado para convertir el sonido en la retroalimentación requerida para la articulación, que es justamente lo que hizo Elman (1991a) al emplear una red recurrente simple que aprendió a comprender, imitar y nombrar un corpus de 400 monosílabos con errores, en el desarrollo de dicho aprendizaje, muy similares a los de los niños pequeños. La adquisición de la gramática ha sido estudiada por Cangelosi & Parisi (2003) a través de una modelización tanto de orden cognitivo como neural durante el desarrollo lingüístico que, en términos generales, permitía simular la adquisición de pautas gramaticales y el procesamiento de verbos.

Inspirado en DISLEX, DevLex, cuyo nombre refleja el aspecto de desarrollo del lexicon, fue construido para dar cuenta de tres aspectos importantes en la adquisición del lenguaje: la emergencia y la organización de categorías lingüísticas, el fenómeno de explosión en el vocabulario junto con uno de confusión lexical en la denominación y los efectos de la edad de adquisición en el desarrollo lexical temprano. A tal efecto, Li y cols. (2004) desarrollaron una arquitectura que permite una representación de un ambiente lingüístico dinámicamente cambiante en el aprendizaje de la lengua. Este modelo claramente posee plasticidad para el aprendizaje y estabilidad en la representación, lo que le permite superar la interferencia catastrófica resultante de perturbar el aprendizaje previo por parte del nuevo. Esta arquitectura maneja de manera muy adecuada el dilema de la plasticidad/estabilidad.

Otros casos de modelización combinan procesos perceptuales y otros de alto nivel, como el modelo neural de atención selectiva y segmentación de objeto en la escena visual de Borisyuk y col. (2009). Sandberg (2003), por su parte, empleó redes neurales atractoras bayesianas para modelizar procesos de memoria. En particular, el autor exploró la forma en que tales redes pueden asociar modelos cognitivos abstractos *top-down* con modelos corticales biológicamente plausibles. El aprendizaje consistió en la actualización de la estimación de las probabilidades. Con el cambio de la constante temporal, la red puede actuar bien como una memoria de trabajo de aprendizaje y olvido rápido o bien como una memoria de trabajo de aprendizaje y olvido lento. El autor emplea la red para producir curvas de memoria autobiográfica plausibles con amnesia infantil y baches de olvido.

LAS RNA: ¿METODOLOGÍAS, TEORÍAS, O METATEORÍAS?

Para determinar la validez de un modelo deben emplearse diversos métodos entre los que se puede incluir evaluar su éxito para resolver una tarea, compararlo con otros modelos, comparar su ejecución con la humana (por ejemplo, en términos de TR, efectos reproducidos o errores cometidos) o establecer qué predicciones evaluables puede realizar y cuáles no. Los modelos modulares o anidados requieren definir la relación entre poder y bondad de ajuste a los datos modelados. La comparación entre modelos se hace compleja ya que, por ejemplo, un modelo puede dar cuenta de varios hallazgos mientras que otro sólo puede informarnos acerca de uno que, justamente, el primer modelo no puede explicar. Así pues, el criterio de comparación es eminentemente cualitativo y complejo. Quizás la manera más válida de evaluar un modelo sea el recurso popperiano de la falsación, lo cual implica evaluar su bondad de ajuste y su validez como explicación teórica de un fenómeno. En esencia, el falseamiento de un modelo implica demostrar que dicho modelo requiere revisión sustancial.

Llegados a este punto, es preciso formularse la pregunta sobre cómo entender las RNA, claro está, más allá del punto de vista técnico y formal. ¿Qué es precisamente lo que simulan?, ¿qué valor tienen en el estudio de la mente? Para aproximarnos a responder de manera tentativa estas preguntas será necesario establecer la diferencia entre tres tipos de uso diferentes de las RNA: como metodologías, como teorías o como metateorías. Como metodologías, las RNA son empleadas en la solución de múltiples problemas

de la ingeniería tales como la filtración de señales, el control de procesos de producción, el procesamiento de imágenes, entre otros. En el ámbito de la cognición, el uso de las RNA como metodologías se define principalmente por su uso como herramientas para el manejo de datos. Esto significa que, esta aplicación no se trata solamente de modelar el funcionamiento cognitivo o del sistema nervioso en relación con una hipótesis, más bien, se intentan usar las RNA como piezas que posibilitan la resolución de un problema. Con frecuencia este abordaje de las redes se centra en entrenar una red para resolver una tarea específica. Por ejemplo, las RNA pueden emplearse para clasificar y agrupar datos por categorías, como ha sido el caso al ser usadas como aliadas en procedimientos de diagnóstico (Reggia, Berndt & D'Autrechy, 1994).

En la medida en que las RNA ofrecen modelos de los fenómenos estudiados, devienen fuentes de teorías. En este sentido se convierten en “gestoras de panoramas”, sistemas de simulación o mecanismos de modelización, que sirven como marco explicativo de los estados, procesos y/o propiedades de aquello estudiado. Su uso como modelos es justamente el uso principal ilustrado en este artículo, se resalta que aquello que se ha modelizado en muchos de los estudios citados es la cognición, y en particular, la cognición humana. Es justamente aquí donde la teorización que se produce a partir de las modelizaciones particulares se hace lo más importante. Si las RNA son entendidas como un paradigma capaz de recrear una solución o dar cuenta de un fenómeno, estamos frente a una concepción de las RNA como herramientas de modelización y emulación que permiten constituir un panorama de discusión y confrontación de la plausibilidad de las explicaciones sobre los fenómenos en cuestión. De esta manera, las RNA son marcos explicativos o modelos de solución, entre otros, que permiten comparar diversas aproximaciones teóricas a una situación particular.

Cuando se usan las RNA como modelos se parte de una primera posición teórica, es decir, se parte de un modelo teórico que puede ser una descripción cognoscitiva funcional o una formulación conjetural, una hipótesis, basada en teorías respecto a un problema de investigación; la solución modélica, a través de una RNA, permite evaluar la plausibilidad de dichas descripciones, hipótesis y teorías. Es claro que no se pretende reducir el fenómeno a la solución sino operacionalizar, en la dimensión lógica y tecnológica, un modelo cognitivo del mismo. Este tipo de concepción está más asociada con la *metáfora del computador* en su versión blanda, de acuerdo con la cual los modelos cognitivos son formas de instanciar soluciones funcionales, más no la cognición misma.

Cuando la teorización derivada del uso de las RNA alcanza un segundo orden, es decir, cuando con base en ellas se elaboran teorías sobre la cognición y el cerebro (como cuando se afirma que la mente funciona de igual manera a cómo funcionan las RNA) se pasa entonces a su uso como metateorías, en este caso, teorías que explican la cognición. Parte de este uso es el de comparar, por ejemplo, el computacionalismo simbólico y el conexionista para determinar cuál de ellos es la mejor expresión del funcionamiento de la mente o cuál de ellos, se perfila como una mejor metáfora del ordenador. Las metateorías pasan de la modelización (teorización de primer orden) en la que se da cuenta, en términos descriptivos y explicativos, de un evento o fenómeno en cuestión a afirmar que se ha dado cuenta de la manera – planteada como universal, ideal– de cómo opera el cerebro (teorización de segundo orden). Es decir, el fenómeno es reducido a la solución cuando se ha logrado un nivel alto de similitud en términos de *performance* con el fenómeno estudiado. Refiriéndose al conexionismo, Elman (2007) afirma que su aspecto más útil tiene que ver con los conceptos que proporciona, ya que para pensar como un conexionista se debe contar con la capacidad para utilizar el aparato conceptual, lo cual va más allá de la habilidad para hacer simulaciones.

¿PODEMOS HABLAR DE CREATIVIDAD EN LOS SISTEMAS COMPUTACIONALES?

A grandes rasgos, hemos revisado cómo funcionan sistemas computacionales basados en RNA que parecen exhibir habilidades que, de manera general, podríamos catalogar como cognitivas. Pero podríamos preguntar: ¿existen sistemas computacionales que exhiben habilidades que podríamos llamar creativas?

Existen diferentes definiciones académicas y del sentido común sobre qué es exactamente el proceso creativo. Una definición general tomada del Oxford Dictionary (2017) define la creatividad como “la capacidad para inventar o crear”. De alguna forma, esta simple definición captura la esencia del proceso creativo que se refiere a la habilidad para innovar y crear soluciones, conceptos, asociaciones u objetos que usualmente sirven al uso, resolver problemas o para simplemente ser apreciados. La creatividad es una habilidad que demanda la exhibición de respuestas que se consideran originales, es decir, que no están contenidas en los parámetros o reglas de una situación. Para

Raymond Kurzweil, renombrado científico computacional, la creatividad es el proceso de encontrar grandes metáforas (o símbolos) que representen algo más (Kurzweil, 2012). De manera general, un proceso creativo toma reglas de una situación o sistema y las explota para reordenarlas o dar una respuesta innovadora dentro de los límites que satisfagan dicho problema o agente involucrado.

El cerebro humano, con un trillón de conexiones, cuenta entre sus principales características la de mostrar habilidades creativas para todo tipo de problemas. La corteza cerebral en los mamíferos parece servirse de la habilidad de crear para potenciar la supervivencia de las especies. Un ratón que encuentra una mejor ruta para escapar de un predador o un mono capaz de apilar objetos para alcanzar el alimento, en ambos casos, los organismos se aproximan a elementos usuales de su entorno para un fin diferente, lo cual es ciertamente creativo. Para el caso de los humanos, al poseer una corteza cerebral más desarrollada, las posibilidades de exhibir actos creativos se expanden exponencialmente a un gran conjunto de posibilidades, más allá de la mera supervivencia, de tal forma existen el arte, la cultura, la ciencia y todas aquellas creaciones del cerebro humano.

Ahora bien, la técnica computacional que revisamos en el apartado anterior de las RNA parecen ser sistemas que muestran capacidades que podríamos llamar cognitivas, representar información, reordenar esa información, asociarla, ordenarla y utilizarla para resolver un problema y aprender de su experiencia, capacidades que podemos denominar como cognitivas, además de ser biológicamente inspiradas. Pero, ¿podrían estos sistemas salirse de las reglas que los gobiernan o los límites de la información representada y “crear” dicha información? Quizá la respuesta a este interrogante sea positiva y probablemente ya contemos con sistemas computacionales capaces de exhibir esa habilidad creativa, que hasta el día de hoy era patrimonio exclusivo de un cerebro con una neocorteza.

Para empezar, es necesario detenernos un poco en la manera cómo funciona el proceso creativo en sí mismo. Generalmente el proceso creativo en el sistema nervioso humano no parte de un cerebro carente de información alguna. Usualmente un humano o un agente *percibe* y *recopila* información de su entorno, ya sea esta información usada para X o Y propósito o con el simple fin de contemplar. De esta forma, nuestro cerebro reconoce objetos, estímulos experiencias, denominamos el mundo y aprendemos sobre él. Un agente recopila entonces información de su entorno y construye para

sí un conjunto de *experiencias*, basado en sus *inputs* sensoriales, acumula y representa información auditiva, visual, táctil, olfativa, verbal y las *reglas* bajo las cuales los estímulos se organizan en el mundo. Posteriormente, basado en esta información acumulada, puede combinarla o reproducirla de manera diferente para dar solución a un problema, crear un objeto, un concepto o sencillamente representar o evocar de alguna forma una idea o una experiencia, como el caso de la poesía o pintura. En este sentido, el acto creativo reordena la información en el cerebro del agente, en algunos casi añadiendo o realizando asociaciones con otra información para dar como salida un producto innovador, sea este una solución o alguno de los ejemplos anteriormente mencionados. Para el caso de una RNA, esta se caracteriza por la propiedad de *percibir* y dar cuenta del objeto percibido.

Por ejemplo, tomemos lo ilustrado en una imagen (véase figura 12). En este caso, dicha red puede percibir y codificar mediante un código binario o vectores la imagen presentada y, si la entrenamos adecuadamente, podría incluso aprender a asociar dicha imagen con una etiqueta lingüística, de tal forma que nuestra red podría reconocer las características de dicho estímulo (i.e. tiene determinada forma, color, tamaño, proporción, entre otras) y asociarlas con un nombre y generalizar estas características a otros estímulos similares (e.g. reconocer otros gatos aunque no tengan exactamente la misma forma). De igual forma, podría reconocer un determinado gato que le solicitáramos dentro de un conjunto de gatos (e.g. solicitarle seleccionar los gatos pequeños dentro un conjunto de gatos o los gatos pardos o de dos colores, entre otros).

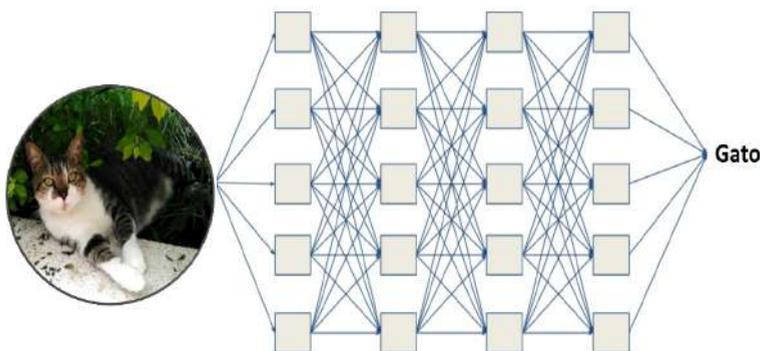


Figura 12. Representación de una red neuronal artificial que usando *deep learning* puede descomponer diferentes tipos de imágenes.

Fuente: Basado en Huy (2017).

De esta forma, podríamos decir que nuestra red cuenta con una experiencia del concepto de “gato” basado en su característica y en la información visual en forma de imágenes que le hemos suministrado y asociado con las palabras para denominarlas, por lo que podría discriminar, denominar, generalizar en relación a dicho conocimiento almacenado; lo cual es un proceso muy similar al que realiza nuestro cerebro con nuestros conceptos. En este ejemplo, la imagen del gato es descompuesta en píxeles y codificada dentro de la red para ser transmitida a la siguiente capa de procesamiento, lo cual es un proceso análogo al que haría la retina en el ojo (procesamiento visual humano descomponiendo la luz para transmitirla a otro grupo de neuronas mediante impulsos nerviosos). La red artificial realiza esta descomposición en píxeles y codificación teniendo en cuenta las características de la imagen. Detrás de este procesamiento en la red hay complejas ecuaciones matemáticas, en las que la red ajusta sus “pesos” (i.e. la fuerza con la que se unen determinadas sinapsis que determinan que información o no es relevante para reconocer un gato).

El proceso de aprendizaje de la red sucede por discriminación de rasgos a partir de iteración con la información disponible en la búsqueda de minimizar un error. En pocas palabras, es un proceso de “aproximaciones sucesivas” donde el error tiende a cero, algo muy similar a lo que sucede en el cerebro humano cuando percibimos y aprendemos a discriminar un estímulo de otro, por ejemplo, las experiencias que nos permiten distinguir un gato de un perro a partir de sus características visuales.

En la actualidad el uso de RNA con algoritmos de aprendizaje profundo ha tratado de invertir este proceso de aprendizaje (Agüera y Arcas, 2016; Mg Craig et al., 2016; Mordvintsev, 2015). Es decir, si tenemos una secuencia como la anterior en la que una RNA puede percibir y aprender la información de determinado concepto, como en el caso de un gato, quizás también puede ocurrir el proceso inverso, donde la red puede *producir* sus propias versiones de dicho concepto. Para esto, se hace uso de procesos muy similares al que lleva a una red a aprender mediante imágenes minimizando el error. Es decir, a través de redes entrenadas para reconocer imágenes de gatos, pero ya no con las imágenes y con la inversión de la secuencia de procesamiento: imagen-asociación-concepto por concepto-asociación-imagen.

El resultado de una red que ya conoce el concepto de gato es obviamente la imagen de un gato. En otras palabras, el resultado de una red ya entrenada

en reconocer gatos que invierte sus secuencias de procesamiento, es obtener diferentes imágenes de gatos generadas completamente por la red y provenientes de su experiencia previa de la observación de otras imágenes de gatos. Algunos ejemplos de este tipo de imágenes generadas por agentes artificiales pueden verse en la figura 13.



Figura 13. Imágenes generadas aleatoriamente por una red artificial entrenada previamente en el reconocimiento de imágenes de gatos.

Fuente: Tomado de Goodfellow (2014).

Este tipo de procesamiento se ha explorado programando redes en la percepción y reconocimiento de distintos estímulos. Algunos de estas redes han logrado generar como salida productos que, de alguna forma podríamos considerar como poseedores de cierta belleza (Véase figura 14).



Figura 14. En este caso usando un algoritmo denominado *Deep Dream* una red artificial crea la imagen c. una vez se ha entrenado en reconocimiento de rostros y aves con las imágenes a y b.

Fuente: Tomado de Craig et al. (2016).

Estos trabajos nos muestran que el desarrollo en el campo de los sistemas computacionales ha logrado importantes avances en las últimas décadas. Una amplia gama de habilidades cognitivas que hasta hace algunos años podríamos considerar como exclusiva de los primates superiores, hoy en día pueden ser cuando menos emuladas en algún tipo de escala por sistemas artificiales.

Otros estudios han considerado tres dimensiones de la creatividad: pensamiento metafórico, interacción social e ir más allá de la extrapolación en las predicciones. Estas investigaciones han explorado las aplicaciones de las redes neuronales en estas tres áreas puntuales de la cognición creativa, para concluir que la creatividad artificial impulsada por redes neuronales sigue teniendo un rendimiento inferior, al menos en este escenario. Estas formas de procesamiento de la información podrían contribuir a la preparación de revisión de literatura, es decir, en el aprendizaje y resumen del cuerpo existente de conocimientos. No obstante, están muy lejos de aprender a producir resultados novedosos e innovadores (Oleinik, 2019).

De acuerdo a estos resultados, la creatividad no es un lujo único de los cerebros humanos, sino que los sistemas computacionales artificiales eventualmente podrían llevar a cabo “actividades creativas” de una manera muy similar a como el sistema nervioso lo hace, esto porque el cerebro es computacional.

CREATIVIDAD EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

Hasta este punto, se ha revisado una serie compleja de aproximaciones de naturaleza cognitivo-computacional que ponen en cuestión el concepto de creatividad y en ese sentido, la analogía hombre-máquina que sugiere una reelaboración alrededor de lo que se sugiere como necesario o indispensable en la producción de “objetos” creativos. No obstante, haciendo referencia específicamente a la educación, la complejidad de las propuestas de las RNA y la modelización del funcionamiento del cerebro, aún no han permeado los modelos sobre los cuales operan los sistemas educativos y las estrategias de aprendizaje. Así, se mantienen en vigencia propuestas que corresponden a teorías sustentadas en los sistemas de procesamiento de información con influencias de corte constructivista y que ubican en un lugar privilegiado el contexto del individuo.

En los espacios educativos la creatividad ha sido un concepto ampliamente relacionado con los procesos cognitivos que suscita en sí mismo el aprendizaje. Sin embargo, en lo concerniente al concepto específico de creatividad, no se cuenta con teorías robustas desde la dimensión cognitiva, que funcionen como paradigma; hecho que no ocurre con otras dimensiones del pensamiento, como por ejemplo el desarrollo cognitivo o inteligencia, que han desarrollado modelos explicativos como los de Piaget, Vigotsky o los enfoques computacionales, arriba mencionados (Arévalo, Bustos, Castañeda y Montañéz, 2009).

Para finalizar este capítulo, se presenta una de las conceptualizaciones más reconocidas en las aplicaciones de la creatividad en el campo de la educación; el modelo *Geneplore*, así como algunas consideraciones en relación con el uso de este modelo en el diseño de estrategias educativas que promuevan el pensamiento creativo.

En la conceptualización de la creatividad, se han seguido diferentes caminos teóricos, pero ha sido, específicamente desde las ciencias cognitivas, que se ha podido indicar con mayor precisión lo que significan los procesos cognitivos creativos. Esto implica que se asume el concepto desde la comprensión de los procesos necesarios para llegar a la creatividad y no lo que es ser creativo. Así, emergen propuestas como las de Stenberg y Davidson (1982; Sternberg, 1985, 2005) en el que se postula la creatividad como el resultado de múltiples procesos. En este modelo, se sugieren tres clases de *insights* creativos: 1) codificación selectiva, 2) combinación selectiva y 3) comparación selectiva.

El *insight* de la codificación selectiva implica discriminar lo relevante de lo irrelevante dentro del campo de experticia de un sujeto (el creativo). Se trata de filtrar, entre toda la información disponible, aquella que es importante en el contexto específico. El *insight* de la combinación selectiva requiere usar la información codificada y combinarla de formas nuevas y productivas. Esto es, seleccionar la información pertinente y tener la capacidad de relacionarla y para después ponerla en conjunto. Por último, el *insight* de comparación selectiva hace alusión a las analogías, es decir, relacionar nueva información con información adquirida con antelación. Se trata de una estrategia de apropiación de la nueva información disponible por parte del sujeto.

Otra de las perspectivas destacadas acerca de los procesos cognitivos creativos, y una de las más populares en los contextos educativos, es la de Finke, Ward y Smith (1997). Los autores definen el estudio de la cognición creativa como una aproximación a la dimensión de la creatividad que busca identificar los procesos y las estructuras cognitivas, implicadas en los actos y productos creativos y desarrollar nuevas técnicas para su estudio en contextos específicos (Arévalo, Bustos, Castañeda y Montañéz, 2009). Así, se introducen cinco principios en la conceptualización de los procesos cognitivos creativos:

- ➔ Los procesos son diferentes a las estructuras; las estructuras dan lugar a los primeros, pero son diferentes.
- ➔ La creatividad no es un proceso único sino el resultado de diversos procesos que contribuyen a la generación del “*insight*” o iluminación creativa.
- ➔ La perspectiva de la cognición creativa busca determinar las propiedades de las estructuras pre-inventivas que emergen de la búsqueda creativa y la exploración.

- ➔ Se diferencia la cognición creativa vinculada a la generación de una idea de la cualidad o valor de la idea en sí misma.
- ➔ Se busca identificar las condiciones en las que tiene lugar el descubrimiento creativo, más que plantear predicciones a cerca de la actuación creativa de manera absoluta o determinada.

A partir de estos principios, Finke, Ward y Smith (1997) presentan su modelo de cognición creativa *Geneplore* en el que se definen cuatro aspectos a considerar en la aproximación a la creatividad: los procesos, la presión, las personas y el producto:

Al hablar de procesos, en este contexto, se hace referencia a aquellas herramientas que influyen sobre los recursos cognitivos (bancos de información o datos). Estos procesos están regidos por las reglas básicas de la operatividad de la mente que se organizan desde su singularidad para la “eclosión” de ideas creativas. La presión, por su parte, presenta dos caras: 1) aquella que inhibe las ideas creativas y 2) otra que se emplea como un tipo de motivación hacia la producción de ideas innovadoras. En lo que refiere a las personas, se trata de la búsqueda de estrategias por parte del sujeto para usar el conocimiento del que disponen y evaluar la pertinencia de la información para resolver problemas de manera creativa. Finalmente, el producto de esta resolución se debería caracterizar por sus condiciones de novedad, así como por propiedades originales e importantes dentro de la situación enfrentada. La novedad y la originalidad se definen en la demostración del uso del conocimiento previo y de las adaptaciones y expectativas asociadas con las nuevas demandas cognitivas.

Estos factores expresan los elementos involucrados en la definición de los procesos cognitivos creativos, pero no presentan en sí mismos, lo que ocurre cuando se genera un producto creativo. Para dar respuesta a esto, Finke, Ward y Smith (1997) describen los procesos generativos en los que se construyen las estructuras o representaciones que promueven el descubrimiento creativo en dos fases. Así, según su propuesta, crear un producto novedoso y ajustado a nuevos requerimientos del contexto, pasa primero, en una fase inicial, por la recuperación de información de la memoria, la posterior asociación de ésta con la situación actual enfrentada, la síntesis, la transformación, la transferencia analógica y finalmente por la reducción categorial. El resultado de este proceso, a nivel cognitivo, son las estructuras pre-inventivas.

Para iniciar, desde la memoria, de manera rápida y automática, se reclútan estructuras dotadas de información. Posteriormente, dichas estructuras se asocian con esquemas y representaciones existentes para sintetizarlas y transformarlas; un tipo de “re-ensamble” estructural con el fin de crear estructuras potencialmente interesantes en el que es posible una re-significación de conceptos o significados. Seguido a esto, surge la transformación analógica que está cimentada sobre las coincidencias entre los conceptos de dos dominios del conocimiento. Se trata de relaciones de un contexto que se transfieren a otro dotadas de sentido y coherencia. Finalmente, las nuevas estructuras asociadas se reducen en función de categorías generales en las que permanecen los elementos esenciales de la información usada en el proceso.

En la segunda fase, o fase de exploración, las estructuras resultantes de los procesos previamente mencionados se usan para generar nuevos procesos: la búsqueda de atributo, la interpretación conceptual, inferencia funcional, cambio contextual, evaluación de hipótesis, y la detección de limitaciones, tienen lugar. Esta fase consiste, básicamente en un tipo de interpretación de las estructuras que funcionan como precursores internos de los productos creativos. Así, la búsqueda del atributo se basa en la identificación de características emergentes de las estructuras pre-inventivas, esto es, el escaneo de esquemas que se mezclan de manera inusual a través de metáforas o las mismas combinaciones conceptuales de la información previamente recuperada y sintetizada. La interpretación conceptual, por su parte, se trata de la explicación abstracta y teórica de dicha estructura, a través de la aplicación de un conocimiento universal o de teorías para pasar a la inferencia funcional en la que se identifican los usos posibles de la estructura pre-inventiva. Una vez identificados, durante el cambio contextual, se relacionan las características actuales de dicha estructura asimilables a los cambios del contexto que darán lugar al producto creativo que permitirá, posteriormente, evaluar las posibles situaciones en las que tendrá lugar la estructura pre-inventiva como posible representación de la solución de un problema. Este paso implica la generación de diversas hipótesis alternativas para confirmarlas o negarlas. Al final del proceso, se realiza una búsqueda de limitaciones en la que se verifican los aspectos de la estructura que serán funcionales y posibles en los contextos emergentes. La fase I o generativa y la fase II o exploratoria son ilustradas por Finke, Ward y Smith (1997) de la siguiente forma:

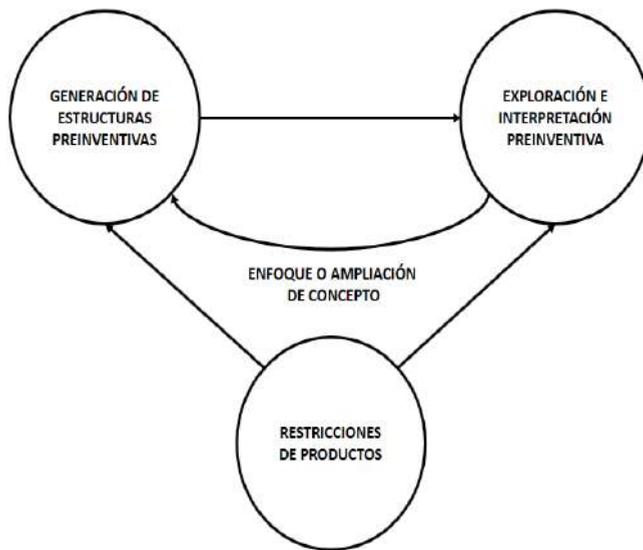


Figura 15. Ciclo de formación del producto creativo.

Fuente: Finke, Ward y Smith (1997).

En este modelo, además, se presentan consideraciones adicionales en relación con el proceso previamente descrito. Para favorecer la creatividad, según los autores, es importante considerar las restricciones asociadas a la tarea o producto creativo que pueden presentarse en cualquier fase del modelo Geneplore, según el tipo de proceso que suscite la tarea en sí misma. Por un lado, el tipo de producto puede restringirse y, por otro, la categoría del producto puede ser restringida, o bien, las características específicas del producto o las funciones que podría cumplir. Estas restricciones constituyen condiciones necesarias al momento de plantear situaciones que exijan procesos creativos, pues permiten determinar los procesos cognitivos que contribuyen a la acción creativa. Así, se relacionan estas condiciones y los procesos cognitivos a los que dan lugar para estimar la probabilidad que un sujeto tiene de generar una idea creativa.

Como se mencionó previamente, el modelo Geneplore es una de las propuestas más destacadas en la aplicación de las conceptualizaciones sobre la creatividad a la educación. En esencia, podría decirse que este modelo provee casi que un repertorio instruccional para favorecer los procesos creativos en aprendices, en tanto caracteriza procedimentalmente lo que un sujeto “debería hacer” para generar productos creativos, así como

las condiciones situacionales que deberían favorecerse al momento de proponer una actividad creativa. Sin embargo, dado el carácter general de la propuesta, algunas investigaciones se han concentrado en el estudio de los procesos específicos que subyacen a las dos fases del modelo. Así, el proceso de transferencia analógica se ha postulado como fundamental en dichas fases (Mendez & Githis, 2015) y en consecuencia, en la comprensión de lo que en los contextos educativos se debería favorecer para que el aprendiz genere productos creativos.

Existen diferentes conceptos alrededor de la transferencia analógica, sin embargo, la mayoría de éstas convergen en la idea según la cual es un componente esencial del pensamiento, en tanto se relaciona con la inteligencia, el aprendizaje, el proceso de formación de conceptos y las capacidades para la solución de problemas, del que se desprende su lugar en el proceso cognitivo creativo. No obstante, desde la perspectiva de Finke, Ward y Smith (1997) la transferencia analógica es considerada como un esfuerzo intelectual generativo. Se trata del traspaso de conocimiento de un dominio previamente conocido a un dominio nuevo y supone un conjunto de relaciones provenientes de un contexto a otro. Como resultado, se presentan las estructuras pre-inventivas que son análogas a aquellas que ya eran familiares.

La transferencia analógica se compone del proceso de recuperación y extrapolación. En la recuperación los individuos hacen uso de los conocimientos ya construidos, estos conocimientos son activados de modo selectivo para favorecer los procesos de recuperación (Mendez & Githis, 2015). El proceso de extrapolación tiene lugar al determinar las correspondencias entre los dos problemas y está conformado por dos subprocesos: inicialmente, tiene lugar el ensamblaje de correspondencias entre elementos pertenecientes a ambos problemas y posteriormente se emplean los *operadores de solución del dominio fuente* para la solución del objetivo (Novick & Holyoak, 1991).

En este proceso, el grado de semejanza entre los dominios es fundamental para que se logre la transferencia analógica. La semejanza se refiere al grado de solapamiento entre dichos dominios en relación con sus aspectos superficiales o estructurales. Los elementos estructurales están constituidos por la información acerca de los planes y objetivos del problema y los elementos superficiales son el resto de elementos que no se relacionan con la consecución del objetivo propio del problema (Holyoak & Thagard, 1997). En este sentido, el grado de semejanza ejerce influencia sobre los procesos

de transferencia analógica que implica tener en cuenta características de los sujetos implicados en la situación (edad, experiencia y grado de familiaridad con el problema) con el fin de que logren discriminar de manera correcta los aspectos superficiales de los estructurales (Mendez & Githis, 2015). Es decir, al momento de plantear a un sujeto una situación problema con fines creativos, resulta necesario considerar los recursos y condiciones con las que cuenta para que pueda, en principio, transferir sus conocimientos específicos a la situación (en tanto disponga de estos) a los nuevos dominios que requiere para generar un producto creativo.

Una de las aplicaciones más interesantes de estos principios es la de la producción escrita de relatos ficcionales en contextos educativos con niños pequeños. Es conocido que la producción narrativa permite a los individuos construir el significado de sus propias experiencias en tanto estas son narradas entre unos y otros (Bruner, 1999). La modalidad narrativa del pensamiento organiza la experiencia en el espacio/tiempo y se vale del conocimiento cotidiano y lo transforma, convirtiéndose en el componente que se encarga de los deseos, creencias, e intenciones implicadas en la construcción del mundo y el sentido de sus diversos sucesos (Mendez & Githis, 2015). De este tipo de producción, se desprende la posibilidad del individuo de crear relatos ficcionales en los que debe usar el conocimiento que posee sobre la realidad y combinarlo con nuevas posibilidades en las que se expresen situaciones o eventos novedosos; esto es, productos creativos. Así, lo ficcional es entendido como una forma representacional en la que lo representado existe en cuanto experiencia imaginaria, constituyéndose como creación y organización de un mundo posible o ficcional (remoto, ajeno y desconocido en la realidad próxima).

En la creación de este tipo de relatos, resulta necesario relacionar contenidos de diferentes dominios y atribuir una nueva significación a dichos contenidos, una especie de ruptura del esquema habitual para explorar nuevas definiciones (Rodari, 1983). En este proceso, es indispensable identificar factores comunes y diferenciales de los contenidos escogidos que permita pensar en una aproximación analógica, así se establece una relación a partir de un elemento conocido con uno nuevo, “producto de la imaginación”, y se conjuga un nuevo elemento en el que pueden coexistir características conocidas con algunas novedosas. De esta manera, en los productos creativos o relatos ficcionales, es posible rastrear indicadores de procesos creativos, en función del nivel de recuperación y extrapolación que se evidencien en dichos productos. De acuerdo con esta idea, Méndez

y Githis (2015) establecieron un sistema de clasificación para rastrear estos contenidos creativos en relatos de ficción (ver figura 16).

Categoría	Indicadores		Descripción
Procesos de extrapolación	Existencia de la correspondencia		Cuando en el relato se evidencian correspondencias entre el dominio fuente y el dominio objetivo, estableciendo la frecuencia de aparición de este proceso en los siguientes rangos: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.
	Novedad	Alta	“Alta”, en el relato se evidencia novedad u originalidad en el dominio objetivo respecto del dominio fuente.
		Media	“Media”, en el relato se evidencia un intento de redefinición u originalidad del dominio objetivo respecto del dominio fuente.
		Baja	“Baja”, en el relato del estudiante no se evidencia originalidad o novedad en el dominio objetivo respecto del dominio fuente.
Semejanza o grado de solapamiento	Semejanza estructural		En la escritura del relato se evidencia el uso de información relativa a planes y objetivos de la tarea cognitiva planeada, es decir, la extrapolación es de carácter riguroso y hace uso de detalles.
	Semejanza superficial		En la escritura del relato se evidencia el uso de información de otros elementos no relacionados con la consecución del objetivo de la tarea planteada, es decir, la extrapolación hace uso de pocos detalles y no es rigurosa.

Figura 16. Categorías de análisis para procesos creativos en relatos de ficción

Fuente: Mendez & Githis (2015).

Como bien se mencionó al inicio de este apartado, las conceptualizaciones sobre los procesos creativos han sido amplias y variadas. Sin embargo, en este capítulo se ha pretendido abordar perspectivas que, podría decirse, gozan de especial protagonismo y podrían aportar elementos esenciales en contextos de investigación del fenómeno de la creatividad tanto desde los procesos del ser humano como desde la lógica de computacional de la inteligencia artificial.

En este sentido, hablando de la creatividad propia del humano, el modelo de Finke, Ward y Smith (1997) provee un sistema de comprensión general del proceso cognitivo creativo y en esa medida, las condiciones individuales que se deberían tener en cuenta al momento de plantear, en una actividad de aprendizaje, la elaboración de un producto creativo. Así mismo, al proveer una explicación de las combinaciones (analógicas) que suscita el proceso cognitivo creativo, plantea, como se mencionó arriba, unas condiciones instruccionales específicas que debería adoptar cualquier maestro al momento de proponer a sus estudiantes alguna situación creativa, como

pedirle explícitamente al aprendiz que indique cuál es la información de la que dispone y que es pertinente para el contexto de la situación-problema que se le plantea y cómo podría relacionarla con nueva información. Por otro lado, las consideraciones sobre la transferencia analógica como proceso específico fundamental subyacente al proceso cognitivo general creativo y el relato ficcional como herramienta que permite rastrearla, ofrecen una idea sobre los recursos de los que se disponen para proponer actividades creativas. No es necesario acudir a situaciones remotas, ajenas o completamente desconocidas para generar pensamiento creativo en los aprendices; cada sujeto, dada la naturaleza de nuestro sistema cognitivo es potencialmente un sujeto creativo. Por lo que de lo que se trata la actividad creativa en el contexto educativo es de poner en funcionamiento esos recursos cognitivos con los que cuenta cada individuo, para así complejizar el pensamiento y en esa medida, ser creativos.

Por último, a pesar de la evidente limitación metodológica y del problema de la extrapolación de principios que implicaría comparar la inteligencia artificial con los productos creativos derivados de lo humano, es válido considerar que las capacidades exhibidas por los sistemas artificiales nos dejan una lección importante en la comprensión del proceso creativo, pues la manera en que estas redes crean imágenes está directamente ligada a su capacidad de percibirlos. Es decir, la habilidad de crear está íntimamente ligada con la capacidad de percibir. Lo anterior no está lejos del territorio de la cognición humana, puesto que algunos artistas y escritores sugirieron algo similar en sus momentos de inspiración. Julio Cortázar solía señalar que las historias simplemente le llegaban o lo habitaban, no venían de la nada, sino que eran de alguna manera percibidas introspectivamente, de igual forma, Miguel Ángel, Picasso y algunos otros pintores solían tener “visiones” de sus obras en muchos casos como modificaciones de sus propias peculiares percepciones de los objetos. Que las máquinas puedan emular los procesos cognitivos exhibidos por los cerebros humanos no es una razón para desestimarlas, por el contrario, nos proporciona un escenario fértil para descubrir de manera más precisa cómo es que el cerebro genera los intrincados y complejos procesos que nos hacen ser quienes somos.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Los avances científicos influyen en la forma como se gestan cambios en las dinámicas sociales como los sistemas de relaciones o nuevas formas de entendernos a nosotros, o, son precisamente estos ajustes socio-culturales lo que contribuyen a que exista progreso científico?
- ¿Qué podrían brindar aproximaciones teóricas y metodológicas como la Inteligencia Artificial a la comprensión de los procesos mentales?
- ¿Si un agente autónomo es capaz de generar productos (conductas, signos, acciones o símbolos) que no hacen parte de su programa o reglas iniciales de funcionamiento podría decirse que es un agente con creatividad?
- ¿Cómo las condiciones individuales y las restricciones de las tareas impuestas definen los procesos creativos?
- ¿Cuál es la importancia de la transferencia analógica en los procesos de producción creativa?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguera B. (2016). How computers learn to be creative [TEDx]. Retrieved from https://www.ted.com/talks/blaise_aguera_y_arcas_how_computers_are_learning_to_be_creative/
- Arévalo Malagón, L. B., Bustos Coral, M. D. S., Castañeda Angarita, D. E., & Montañez Quiroga, N. (2009). *El desarrollo de los procesos cognitivos creativos a través de la enseñanza problémica en el área de ciencias naturales en niñas del Colegio Santa María* (Master's thesis, Facultad de Educación). Universidad Javeriana.
- Benditkis, D., Keren, A., Mor-Yosef, L., Avidor, T., Shoham, N., & Tal-Israel, N. (2019, November). Distributed deep neural network training on edge devices. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE Symposium on Edge Computing* (pp. 304-306). ACM. doi>10.1145/3318216.3363324.
- Bonabeau, E., Dodigo, M., & Theraulaz, G. (1999). *Swarm Intelligence, from natural to artificial Systems*. New York: Oxford University Press
- Bruner, J. (1999). *Realidad mental y mundos posibles: Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona: Gedisa.
- Gershenson, C. (2010). Computing Networks: A general framework to contrast neural and swarm cognitions. *Paladyn journal of behavioral robotics*, 1(2), 147-153. <https://doi.org/10.2478/s13230-010-0015-z>.

- Gershenson, C. (2004). Cognitive Paradigms: Which One is the Best? *Cognitive Systems Research*, 5(2), 135-156. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2003.10.002>.
- Johnson, S. (2003). *Sistemas emergentes*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Burgel, u., Amunts, k., Hoemke, l., Mohlberg, h., Gilsbach, j. m. & Zilles, K. (2006). White matter fiber tracts of the human brain: three-dimensional mapping at microscopic resolution, topography and intersubject variability. *Neuroimage*, 29, 1092-105. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.08.040>.
- Cangelosi, A. & Parisi, D. (2003). *The Processing of Verbs and Nouns in Neural Networks: Insights from Synthetic Brain Imaging Centre for Neural and Adaptive Systems and School of Computing University of Plymouth* (UK), Italy: Institute of Cognitive Sciences and Technologies National Research Council . [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00353-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00353-5).
- Caicedo Bravo, E Alfonso López, J. (2000). *Redes neuronales artificiales, introducción* Cali: Facultad de ingeniería, escuela de ingeniería electrónica, Universidad Del Valle.
- Canguilhem, Georges: “Le cerveau et la pensée”, (1980) . En AA. VV., *Georges Canguilhem, Philosophe, historien des sciences*, pp. 81-98
- Chalmers D. (2014). Tedx. Available https://www.ted.com/talks/david_chalmers_how_do_you_explain_consciousness?language=es
- Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., Lee, M., Ormerod, T. C., & Hughes, P. (2008). Individual Differences in Optimization Problem Solving: Reconciling Conflicting Results. *The Journal of Problem Solving*, 2(1), 41-49. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1030>.
- Cobos, Cano P. L. (2005). *Conexionismo y cognición* Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya S. A.)
- Chomsky, N. (1980). Rules and representations. New York: Columbia University Press. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00001515>.
- Elman, J. L. (1991). Distributed representations, simple recurrent networks, and grammatical structure. *Machine learning*, 7(2-3), 195-225. <https://doi.org/10.1007/BF00114844>.
- Elman J. L (2005). Connectionist models of cognitive development: where next? Department of Cognitive Science, University of California, San Diego, USA, *TRENDS in Cognitive Sciences* Vol.9 No.3. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.005>.
- Elman, Bates, Johnson, Karmiloff-Smith, Parisi, Plunkett (1996). *Rethinking Innateness: a Connectionist Perspective on Development*. Cambridge: MIT Press

- Fodor J. y Z. W. Pylyshyn. (1988). Connectionism and cognitive architecture, *Cognition* N 28. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(88\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(88)90031-5).
- Finke, R., Ward, T. & Smith, S. (1997). *The creative cognition approach*. Cambridge: MIT Press.
- Frank, M. J. (2015). Linking across levels of computation in model-based cognitive neuroscience. In B. U. Forstmann & E. Wagenmakers (Eds.), *An introduction to model-based cognitive neuroscience*. New York: Springer (in press). https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2236-9_8.
- Frank M. & Badre D. (2015). How cognitive theory guides neuroscience *Cognition* 135 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.11.009>.
- Eliasmith C. (2003). Moving beyond Metaphors: Understanding the Mind for What It Is. *The Journal of Philosophy*, Vol. 100, No. 10 pp. 493-520. <https://doi.org/10.5840/jphil2003100102>.
- Glenberg, A. M. & Robertson, D. A. (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of memory and language*, 43(3), 379-401. <https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2714>.
- George J. Hollich, Kathy Hirsh-Pasek, Roberta Michnick Golinkoff, Rebecca J. Brand, Ellie Brown, He Len Chung, Elizabeth Hennon, Camille Rocroi, Lois Bloom. (2000). Source Breaking the Language Barrier: An Emergentist Coalition Model for the Origins of Word Learning. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Vol. 65, No. 3.
- Goodfellow I., Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, Yoshua Bengio. (2014). *Generative adversarial Nets; Advances in neural information processing systems*, 2672-2680.
- Hagmann, P., Kurant, M., Gigandet, X., Thiran, P., Wedeen, V. J., Meuli, R. & Thiran, J.-P. (2007). Mapping Human Whole-Brain Structural Networks with Diffusion MRI. *PLoS ONE*, 2, e597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000597>.
- Hagmann, Patric. (2005). *From diffusion MRI to brain connectomics* (Tesis). Lausanne: EPFL. <https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-3230>.
- Holyoak, K. J. & Thagard, P. (1997). The analogical mind. *American Psychologist*, 52, 1, pp. 35-44.
- Huy V. (2017). KaoNet: Face Recognition and Generation App using Deep Learning. AI Lead Engineer at Galapagos Inc Pham Quang Khang Software engineer@Works Applications
- Jonathan Fildes (22 de julio de 2009). «Artificial brain <10 years away>». BBC News. Oxford.

- Kurstweil Raymond. (1999). *La era de las maquinas espirituales: cuando los ordenadores superen la mente humana*. Barcelona: Planeta
- Lepore, E. Z. Pylyshyn, S. Stevenson (2003) ¿Qué es la ciencia cognitiva? México: Oxford University press.
- Markram H†, Muller E†, Ramaswamy S†, Reimann MW†, Abdellah M, Sanchez CA, Ailamaki A, Alonso-Nanclares L, Antille N, Arsever S et al. (2015). Reconstruction and Simulation of Neocortical Microcircuitry. *Cell* 163:2, 456 - 492. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.09.029>
- Martínez, F. J., Gutiérrez, P. A., Ruiz, A. & Hervás-Martínez, C. (2005). Regresión no lineal mediante la evolución de modelos Híbridos de Redes Neuronales. En: IV Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados, Granada, 13-16 de septiembre, 2005
- Mattell (2017). HelloBarbie FAQ. Mattell
- McCaig, Graeme; DiPaola, Steve; Gabora, Liane. (2016). Deep Convolutional Networks as Models of Generalization and Blending Within Visual Creativity. In Proceedings of the 7th International Conference on Computational Creativity. (pp. 156-163) Palo Alto: Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) Press. arXiv:1610.02478v1
- Mendez, M. & Ghitis, T. (2015). La creatividad: Un proceso cognitivo, pilar de la educación. *Estudios Pedagógicos*, 41, 2, pp. 143-155. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052015000200009>
- Mordvintsev, A., Olah, C. & Tyka, M. (2015). Inceptionism: Going deeper into neural networks. Accessed: 2015-06-30.
- Novick, L. R. & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 3, pp. 398-415. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.17.3.398>
- Oleinik, A. (2019). What are neural networks not good at? On artificial creativity. *Big Data & Society*, 6(1), 2053951719839433. <https://doi.org/10.1177/2053951719839433>
- Petersson, K. M. P Grenholm, C. Forkstam. (2006). *Artificial Grammar Learning and Neural Networks*, F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Radboud University Nijmegen, The Netherlands C-SI, Center for Intelligent Systems, Universidade do Algarve, Portugal, Cognitive Neurophysiology Research Group, Karolinska 6 Stockholm, Sweden.
- Plunkett, K., Sinha, C., Møller, M. F., & Strandsby, O. (1992). Symbol grounding or the emergence of symbols? Vocabulary growth in children and a connectionist net. *Connection Science*, 4(3-4), 293-312. <https://doi.org/10.1080/09540099208946620>.

- Rolls, E. T. A. Treves (2004). *Neural networks and brain function*. Oxford: Oxford University press
- Rumelhart, D. E., & MacClelland, J. L. (1992). *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo* (Vol. 37). Madrid: Alianza Editorial. Psicología.
- Reggia, J., Berndt, R., & D'Autrechy, L. (1994). Connectionist models in neuropsychology. *Handbook of neuropsychology*, 9, 297-333. Institute of computer science, University of Maryland, Grenne street, Baltimore USA,
- Rodari, G. (1983). *Gramática de la fantasía. Introducción al arte de inventar historias*. Barcelona: Editorial Argos Vergara.
- Sporns, Olaf; Tononi, Giulio; Kötter, Rolf (2005). «The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain». *PLoS Computational Biology* 1 (4): e42. Bibcode:2005PLSCB...1...42S. PMC 1239902. PMID 16201007. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010042>
- Sporns, O., Tononi, g. & Kotter, r. (2005). The human connectome: A structural description of the human brain. *PLoS Comput Biol*, 1, e42. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010042>.
- Sternberg, R. J. (2005). ¿Creativity or creativities? Department of Psychology, Centerfor the Psychology of Abilities, Competencies, and Expertise (PACE Center), Yale University. USA American Psychological Association.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. y J. E. DAVIDSON (1982): «The mind of the puzzler». *Psychology Today*, 16, pp. 37-44.
- Szolovits, P. (Ed.). (2019). *Artificial intelligence in medicine*. Londres: Routledge.
- V. J. Wedeen, P. H., W.-Y. I. Tseng, T. G. Reese AND R. M. Weisskoff. (2005). Mapping complex tissue architecture with diffusion spectrum magnetic resonance imaging. *Mag. Res. Med.*, 54, 1377-86. <https://doi.org/10.1002/mrm.20642>.
- Wedeen, V. J., Wang, r. p., Schmahmann, j. d., Benner, t., Tseng, w. y., Dai, g., Pandya, d. n., Hagmann, p., d'arceuil, h. & de Rospigny, A. J. (2008). Diffusion spectrum magnetic resonance imaging (DSI) tractography of crossing fibers. *Neuroimage*, 41, 1267-77. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.03.036>.
- Xu, W., & Rudnicky, A. (2000). Can artificial neural networks learn language models?. In *Sixth International Conference on Spoken Language Processing*. Pennsylvania, USA School of Computer Science, Carnegie Mellon University Pittsburgh.

CAPÍTULO 6.

ACCIÓN VOLUNTARIA Y MEDIACIÓN SOCIAL

Julián Andrés Messa Paredes

<https://orcid.org/0000-0002-1552-9922>

julian.messa@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Messa-Paredes JA. y Ocampo ÁA. Acción voluntaria y mediación social. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 155-176.

ACCIÓN VOLUNTARIA Y MEDIACIÓN SOCIAL

Julián A. Messa - Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

En este capítulo se discute acerca de la relación entre las funciones ejecutivas y la cognición creativa en el marco de las interacciones sociales. Para ello se revisan algunos aspectos generales como el lugar de los lóbulos frontales en la cognición humana, la importancia de las funciones ejecutivas como reguladoras de la actividad compleja, la cognición social y la mediación del *otro* en la acción consciente. Finalmente, se toman como ejemplo, los procesos de fluidez ideativa y las habilidades de control inhibitorio, para hacer referencia a la idea que sostiene que no todas las acciones y procesos que se encaminan hacia la elaboración de un producto creativo, se apoyan sobre experiencias previas asociadas a procesos psicológicos idénticos.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de este capítulo, se tratarán aspectos fundamentales que inciden en la construcción y consolidación de las funciones ejecutivas (FE). Concretamente, se abordarán los procesos creativos que tienen lugar en el desarrollo infantil, entretrejiéndose en mecanismos biológicos que paulatinamente regulan la actividad consciente del ser humano y que son impactados por las interacciones del niño con las dinámicas del entorno socio-simbólico.

Particularmente, se considerará la importancia de estructuras neurales como los lóbulos frontales, que figuran como máximos exponentes de las funciones corticales superiores, transformando impulsos nerviosos y respuestas ambientales en acciones voluntarias intrincadas en redes neurales complejas, que están atravesadas por el escenario cultural y social en que se encuentra inmerso el sujeto. En este sentido, se asume *la mediación del otro* como acción facilitadora en la construcción y consolidación del intercambio

simbólico que tiene lugar en las dinámicas relacionales. Además, se hace énfasis en la importancia del contexto particular, puesto que éste representa una serie de desafíos tanto cognitivos como relacionales, contribuyendo finalmente, a que el individuo “conquiste el entorno” mientras aprende y experimenta las “fuerzas” del desarrollo. Se realiza especial énfasis en que lo anterior, eventualmente se traduce en el despliegue de las diversas destrezas que permitirán al sujeto acceder a un nivel de mayor complejidad en cuanto a la calidad de sus procesos intelectuales y cognitivos, todo ello en el marco de las creencias y/o necesidades referenciadas por el contexto.

EL LUGAR DE LOS LÓBULOS FRONTALES EN LA COGNICIÓN HUMANA

Las bien llamadas funciones ejecutivas (FE), son una serie de habilidades que en la medida que se desarrollan, le permiten al ser humano desplegar una gama de procesos psicológicos complejos, los cuales se encuentran implicados en cada una de las actividades en las que, como sujetos participamos desde nuestras interacciones cotidianas. Sin embargo, estas habilidades ejecutivas requieren del apoyo de un sistema que regule y procese la información proveniente del entorno, y que se configura en forma de estímulos que son captados por los sistemas sensoriales, siendo luego codificados y enviados por medio de impulsos bioeléctricos a las diversas estructuras del sistema nervioso en función de la naturaleza del mismo estímulo. Ciertamente, las funciones corticales superiores en muy buena medida se benefician de la contribución de diversos mecanismos que hacen parte de los lóbulos frontales¹⁴. Estas estructuras corticales, a nivel histológico son las más recientes en la constitución filogenética de la arquitectura cerebral y, sin embargo, las estructuras más viejas –como el sistema límbico– dependen en su gran mayoría de los procesos y regulaciones aportadas por los lóbulos frontales (aclarando que ciertas estructuras frontales, también hacen parte del sistema límbico como por ejemplo el territorio frontal del *giro del cíngulo*).

14 Aunque la corteza prefrontal realiza aportes sobre aspectos temporales del procesamiento de memorias relacionadas con nuestra ubicación en el tiempo pasado, presente y futuro; actualmente se piensa que ciertos mecanismos que involucran el cerebelo aportan velocidad y congruencia temporal entre el pensamiento, las emociones y las acciones. Desde esta perspectiva el concepto de metría cognitiva, haría alusión a mecanismos cerebelosos que contribuyen al flujo informacional, en términos de consistencia y adecuación, de algunas de las funciones ejecutivas (Schmahmann, 2019).

Fundamentalmente, los lóbulos frontales se dividen en tres secciones (región orbital, medial y dorsolateral) con diferenciación anatómica y funcional de esas áreas¹⁵ (para mayor información acerca de la corteza cerebral y la delimitación del territorio frontal consultar el capítulo 8).

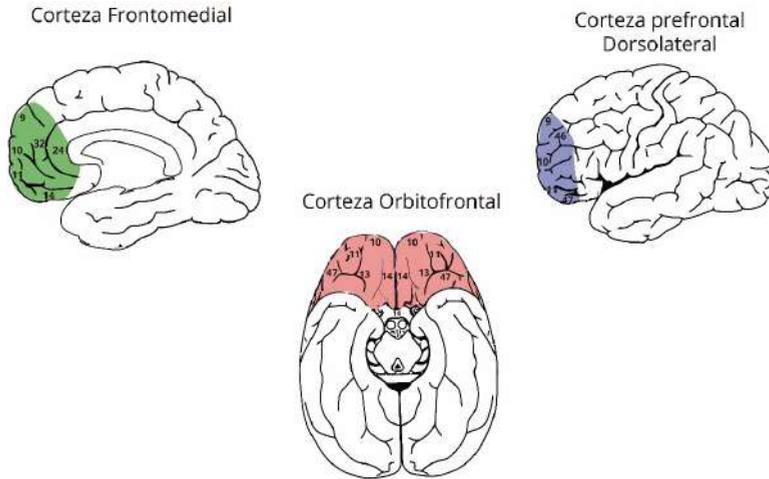


Figura 17. Regiones de la corteza prefrontal. Se muestran las tres caras de la corteza prefrontal (corteza dorsolateral, corteza fronto-medial y corteza orbitofrontal). Los números corresponden a la delimitación de las áreas citoarquitectónicas propuestas por Brodmann.

Fuente: Basado en Ardila & Ostrosky (2012).

CORTEZA ÓRBITOFRONTAL

A partir de los estudios de Damasio (1994) se ha podido evidenciar que esta corteza se implica en funciones asociadas al procesamiento y la regulación de los estados afectivo/emocionales, así como al control de la conducta en respuesta a los cambios ambientales que impliquen un estado beneficioso o perjudicial para el organismo (gracias a su estrecha relación con el sistema límbico). Estas interacciones complejas, que tienen lugar entre la corteza prefrontal orbital (CPFO) y algunas estructuras límbicas, le permiten

¹⁵ Flores, J. C. y Ostrosky-Solís, F. (2008) *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. Vol. 8 (1) pp. 47-58.

implicarse en la ejecución de los matices conductuales necesarios para que el sujeto logre adaptarse, inhibir conductas desventajosas y tomar decisiones de acuerdo con las opciones disponibles en el contexto.

CORTEZA FRONTOMEDIAL

La corteza prefrontal medial (CPFMO) se vincula activamente a procesos relacionados con la inhibición y el control atencional en respuesta a los estímulos ambientales. Al igual que la CPFOL, la CPFMO también participa en la regulación de procesos emocionales, más concretamente asociados con conductas de agresión y con estados motivacionales. Del mismo modo, se involucra en el control autonómico, respuestas viscerales, reacciones motoras, así como modificaciones en la conductancia eléctrica de la piel frente a estímulos afectivos. En síntesis, actualmente se reconoce la participación de la CPFMO en procesos cognitivos y en la conducta social, trabajando de manera conjunta con la corteza prefrontal dorsolateral y destacándose por contar con mecanismos implicados con la denominada Teoría de la Mente.

CORTEZA PREFRONTAL DORSOLATERAL

Es considerada como un área asociativa supramodal, gracias a las múltiples conexiones que posee con otras estructuras de la corteza que le permiten interactuar con la información que el individuo obtiene a partir del entorno. Entre sus principales funciones se encuentran la planeación, la memoria de trabajo, la solución de problemas, la flexibilidad mental y el establecimiento de hipótesis, entre otras. Dichas funciones, son consideradas como parte de un grupo de habilidades denominado *funciones ejecutivas*. Igualmente, la corteza prefrontal dorsolateral (CPFODL) se involucra en procesos de monitorización (metacognición) permitiéndole efectuar los ajustes necesarios sobre las actividades realizadas por el sujeto y enlazando sus vivencias (memoria autobiográfica y memorias procedimentales) con las experiencias emocionales y la cognición social, para dar respuesta a las demandas del entorno (para mayor información acerca de la cognición social consultar el capítulo 14).

En este orden de ideas, se ha planteado la relevancia que tienen estas estructuras de la corteza prefrontal en el mantenimiento del estado consciente

asociado a la actividad voluntaria (Luria, 1977, 1984; Bustamante, 2016). Probablemente, estas estructuras frontales, actúan como agentes reguladores de diversos estados y se perfilan como guías de los patrones conductuales de un sujeto en su entorno social. Considerando que las interacciones –con respecto a una tarea y a otros sujetos– están mediadas por i) la relevancia de las mismas interacciones, ii) la focalización de la atención (la cual puede variar de un estímulo a otro), así como por iii) la capacidad que tiene el individuo para variar su actividad cortical desde la acción voluntaria.

Desde una perspectiva que pretende esclarecer el procesamiento de la atención ejecutiva, se rescatan algunos aportes sobre ciertos componentes importantes asociados con la cognición creativa, como lo son la búsqueda de respuestas alternativas y la respuesta ante situaciones novedosas. Norman & Shallice (1980) suponen que múltiples subsistemas interactúan para coordinar las acciones y los pensamientos, y que estos subsistemas se controlan a través de mecanismos diferentes, incluyendo aspectos metacognitivos y motivacionales. Desde este modelo, por una parte, los esquemas se definen como programas que coordinan los procesos llevados a cabo por subsistemas cognitivos con un propósito completo, y que compiten para controlar las acciones en situaciones bien aprendidas o establecidas. En este sentido, sólo el esquema que se active más fuertemente actuará y permanecerá activo hasta que alcance su meta o hasta que otro esquema exceda la activación del esquema actual. Este mecanismo es perfecto para explicar acciones rutinarias, es decir bien establecidas, sin embargo, desde esta lógica, no estaría claro cómo el sistema cognitivo, se enfrentaría a situaciones novedosas o altamente competitivas que requieran de formas de respuesta alternativas. Así, los autores suponen la existencia de un *sistema atencional supervisor* encargado de controlar acciones dirigidas por los objetivos del sujeto. Este sistema proporcionaría la inhibición necesaria en cada momento, para impedir que la información irrelevante se active y a su vez se pueda activar un esquema apropiado para hacer frente a determinada situación (Ver figura 18).

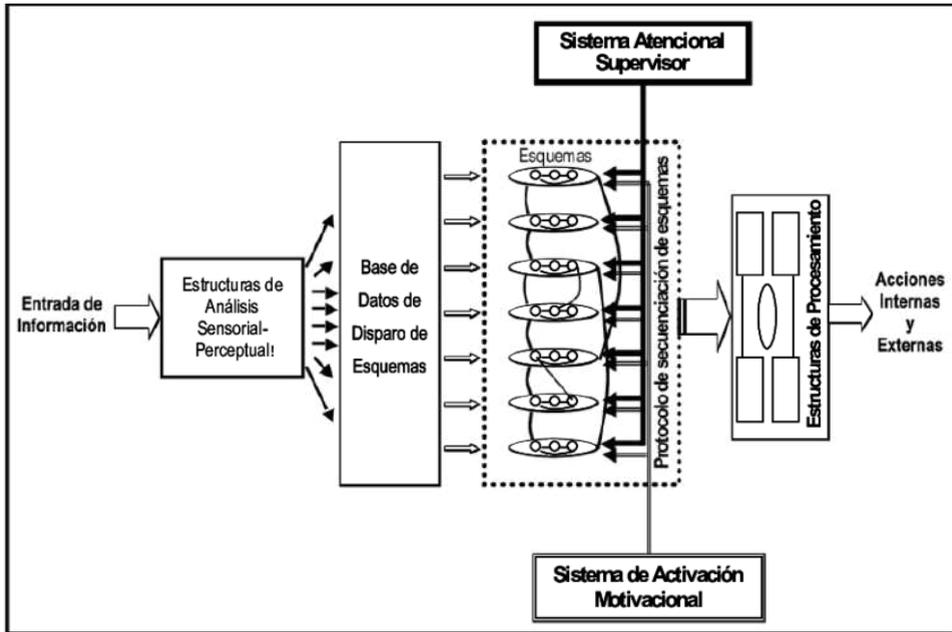


Figura 18. El sistema supervisor atencional sería necesario para: 1) planificar o tomar decisiones, 2) corregir errores, 3) enfrentarse con respuestas novedosas o que no están muy bien aprendidas, 4) afrontar condiciones juzgadas como difíciles o peligrosas y 5) superar respuestas habituales para implementar una respuesta alternativa.

Fuente: Tomado de Norman & Shallice(1986).

De acuerdo con Zabelina, Saporta & Beeman (2016) la creatividad ha sido ligada a distintas formas de atención, sin embargo, hay aspectos de la cognición creativa y componentes del proceso atencional que aún permanecen poco claros. Por tal razón, los autores estudiaron mediante dos experimentos, cómo el *pensamiento divergente* y el *logro creativo* se relacionan con la atención visual. En ambos experimentos, los participantes identificaron letras-objetivo (S o H) dentro de estímulos jerárquicos (Letras globales elaboradas a partir de letras más pequeñas).

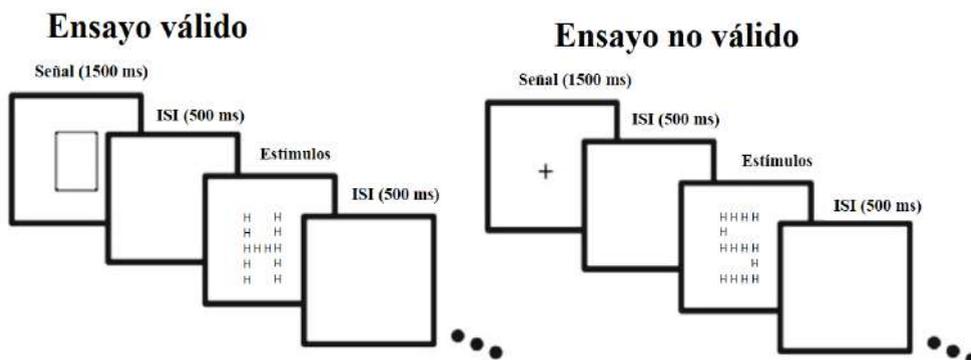


Figura 19. Un ejemplo de ensayo válido y no válido en el experimento 1. Se les pide a los participantes identificar si hay un H o una S en la pantalla. Cada objetivo estuvo precedido por una señal ya sea global (un cuadrado grande) o una señal local (el signo más). Los investigadores determinaron que, en el experimento el ochenta por ciento de las señales fueron válidas y el 20% de las señales fueron no-válidas. Los ensayos se presentan en un orden pseudo-aleatorio.

Fuente: Tomado de Zabelina, Saporta & Beeman (2016).

En el experimento 1, los participantes identificaron los objetivos más rápidamente siguiendo señales válidas en el 80% de los ensayos que después de exponerse a señales inválidas. Sin embargo, este menor *efecto de validez* se asoció con mayor *pensamiento divergente*, sugiriendo que el pensamiento divergente estaría más relacionado con una superación más rápida de las señales inválidas, y de esta manera con la atención flexible. Por su parte, el *logro creativo* no estuvo relacionado con el *efecto de validez*.

Por otro lado, en el experimento 2, Zabelina, Saporta & Beeman (2016), buscaron comprender si el *pensamiento divergente*, o por otro lado, el *logro creativo*, estaban relacionados con “las fugas atencionales”, de modo que cuando se señalaba un estímulo, podría ocurrir que: 1) el sujeto todavía continuara procesando alguna información, o que 2) se presentaran “fugas atencionales”. En este caso, el estímulo presentado en el experimento siempre contenía un objetivo, y el nivel era congruente, neutral o incongruente con el objetivo. Así, se encontró que el pensamiento divergente no se relacionó con la congruencia del estímulo presentado. En contraste, el *logro creativo* elevado se relacionó más con respuestas ante estímulos congruentes que

frente a estímulos incongruentes, lo que sugiere que, en la vida cotidiana el logro creativo estaría mayormente asociado con las “fugas atencionales”, mientras que las pruebas de pensamiento divergente no. En conjunto, estos resultados elucidan distintos patrones de atención para diferentes medidas de creatividad. Específicamente, los realizadores creativos pueden experimentar fugas atentas, mientras que los pensadores divergentes hacen uso de la atención selectiva pero flexible.

Hablando desde una perspectiva ontogenética, la atención es un proceso que se va construyendo a lo largo de momentos específicos del desarrollo. Inicialmente, es posible observar en el infante el reflejo de orientación y la capacidad orientadora, los cuales, después de las primeras semanas de vida se configuran como *atención involuntaria*. Durante el segundo año de vida, la atención va adquiriendo un carácter más selectivo, para posteriormente en la infancia y la adolescencia llegar a dirigirse hacia estímulos relevantes de una manera cada vez más flexible. Específicamente, a lo largo de la primera infancia¹⁶ los procesos atencionales se caracterizan por una gran elaboración a nivel de las conductas sensoriomotoras que le facilitan al bebé impulsar su desarrollo general, así como lograr un incremento en la capacidad de respuesta ante los estímulos del entorno. Hacia la segunda infancia (periodo comprendido entre los seis y doce años) y durante la adolescencia, los procesos atencionales se involucran en funciones cognitivas cada vez más complejas (Rosselli & Ardila, 1997). En este punto, es válido preguntarse acerca de cómo se van entrelazando las diversas funciones ejecutivas con el refinamiento de las habilidades atencionales y cómo el acto creativo empieza a emerger de la mano de la curiosidad atenta que llega a permear la acción voluntaria. Para abordar estos interrogantes es importante considerar al menos dos aspectos que como estrategia explicativa, pueden asumirse desde el modelo de lesión cerebral.

En primer lugar, tanto las capacidades atencionales como las habilidades ejecutivas en general, deben asumirse como procesos complejos, lo cual los ubica más allá de la causalidad. De esta manera, vale la pena detenerse en el hecho de acuerdo con el cual estas capacidades pueden verse comprometidas en caso de presentarse una lesión cerebral. Así, para determinar la magnitud del daño, debe considerarse 1) la edad del individuo, ya que esta podría relacionarse con aspectos como la neuroplasticidad, 2) las experiencias

16 La primera infancia se refiere a la época de la vida que cubre el periodo comprendido entre el segundo mes y el sexto año de vida.

socioambientales a las que previamente ha estado expuesto el individuo (teniendo en cuenta tanto aspectos relacionados al enriquecimiento ambiental, así como la dimensión asociada a la reserva cognitiva), 2) la región del sistema nervioso afectada, y 3) lo masivo que pueda llegar a ser el daño. Es un claro ejemplo de daño prefrontal el célebre caso de *Phineas Gage*, quien al emplear una barra de metal para comprimir pólvora y volar rocas por medio de explosiones para la construcción de unas vías de tren, cometió un error que provocó una chispa, ocasionando así una explosión que propulsó la barra de metal hacia su rostro, generándole una lesión de estructuras neurales relevantes para el procesamiento socioemocional.

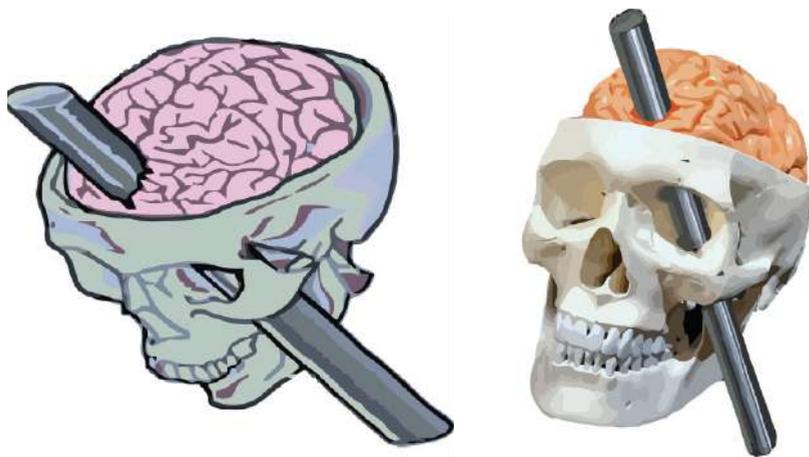


Figura 20. Dibujo que reconstruye la lesión que sufrió Phineas Gage. La barra de metal entró por la región izquierda de su cara y pasó por detrás de su ojo izquierdo hasta salir por la parte superior de su cabeza. Este accidente no mató a Phineas Gage y siempre estuvo consciente de lo que ocurría. No obstante, de allí en adelante no sería el mismo, pues su personalidad experimentó cambios significativos que marcaron la contención de sus impulsos, las decisiones que tomaba y las ideas sobre las que elegía concentrar su atención, así como el despliegue de su voluntad.

Fuente: Basado en Damasio (1994).

A raíz de lo anterior, se presentó un cambio progresivo en su personalidad y en su respuesta emocional, que se vio acentuado en las fases posteriores de su recuperación. Estos cambios se relacionan directamente, con el hecho de acuerdo con el cual se vio comprometida una porción significativa de su lóbulo frontal. Dicho caso implicó un nuevo replanteamiento de lo

que se sabía acerca de las funciones y mecanismos para los que la corteza frontal resulta importante. Estos hallazgos, se convirtieron, en lo que podría referirse como un nuevo paradigma para abordar la función de la corteza cerebral, dado que en un principio se pensaba que esta solo se encargaba de aspectos como el lenguaje, la percepción y la motricidad, sin considerar que existía un “sustrato” para el razonamiento desde una perspectiva personal y social (Damasio, 1994). Ahora bien, una lesión en los lóbulos frontales puede derivarse en toda clase de desórdenes cognitivos que van desde alteraciones a nivel de la memoria, la inhibición, la atención, las emociones, entre otras, comprometiendo, en alguna medida, la capacidad del sujeto para ser completamente autónomo como ocurre en el caso de una patología causada por un síndrome demencial como el Alzheimer (Ardila y Roselli, 2007). Lo anterior, pone en juego la relevancia que tienen los lóbulos frontales en la cognición humana y cómo a partir de una lesión se evidencian defectos conductuales de diversa índole, que pueden llegar a alterar las llamadas funciones ejecutivas (FE) en el ser humano.

En segundo lugar, esta modificación debida a la alteración del sistema nervioso, puede derivarse en el detrimento, de forma progresiva o abrupta de las actividades cotidianas voluntarias, las cuales están sustentadas completamente sobre el complejo biológico acoplado al contexto experiencial socio-simbólico en el que se halla inmerso el sujeto. Ciertamente, los efectos de la dimensión simbólica social variarán de acuerdo con i) la naturaleza del contexto al cual se ve expuesto el individuo y ii) a sus propias motivaciones, destrezas, deseos y creencias (que finalmente influirán en su actividad relacional específica, en su capacidad predictiva y en su imaginación creativa).

EL PAPEL DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS COMO REGULADORAS DE LA ACTIVIDAD COMPLEJA

Cada patrón conductual voluntario se encuentra regulado por los lóbulos frontales que contribuyen en la determinación de la viabilidad de una acción, en función de factores como i) el tipo de tarea, ii) las sub-metas, iii) el objetivo concreto, iv) las variables ambientales, entre otros. Dicha contribución de la corteza frontal, favorece a la adaptación del sistema nervioso frente a las experiencias, con el fin de obtener la mejor eficiencia en cuanto a la meta deseada. De igual forma, desde temprana edad en el ser humano, los lóbulos

frontales inician un proceso de maduración estructural y funcional que da pie a la aparición de diversas proto-funciones ejecutivas, que “evolucionan” a través de los años. También, se ha propuesto que un mayor desarrollo cognitivo viene sucedido por una disminución de las conexiones sinápticas a razón de una mejor especialización en cuanto a la habilidad desarrollada por el sujeto (Casey, Giedd & Thomas, 2000). Tal como se había mencionado en la sección anterior, los lóbulos frontales tienen un gran peso en la estructuración de la cognición humana y su actividad en contexto depende de la integridad estructural con la que cuenta el individuo.

De acuerdo con Luria (1977), los cambios funcionales sucedidos a raíz de lesiones de la corteza frontal, eventualmente llegan a provocar desórdenes ejecutivos. Por otro lado, este mismo autor propone que la actividad de la corteza frontal regula los estados de actividad que se encuentran mediados por el lenguaje, por ejemplo, cuando se le formula un problema al sujeto o cuando éste requiere de concentración para implicarse en algún tipo de actividad intelectual (Luria, 1984). Con base en lo anterior, se asume que las funciones ejecutivas (FE) participan en el despliegue de distintas habilidades que contribuyen a procesos de programación, regulación, control y verificación de los productos de la actividad mental y comportamental consciente (Luria, 1984; Barkley, 1997; Ramos y Pérez, 2015).

Conjuntamente, las FE participan en la actividad mental compleja que le permite a un sujeto desenvolverse en un entorno y generar la variedad de acciones demandadas por el contexto, las necesidades propias del sujeto o una combinación de ambas. Dichos patrones complejos y dotados de variabilidad se manifiestan gracias a la cualidad flexible que representa la interacción con determinado sistema, favoreciendo, en mayor o menor medida, el despliegue de habilidades complejas como la creatividad, la comprobación de hipótesis y la solución de problemas mediante el pensamiento divergente. En este sentido, podría sugerirse que gracias a las FE un organismo adquiere un porcentaje de autonomía a nivel de sus posibilidades de acción respecto al medio.

Ahora bien, las FE junto con la memoria de trabajo (MT), permiten una constante monitorización de las actividades realizadas, al distribuir los recursos necesarios según la tarea específica y el tipo de relevancia que tengan los elementos que la constituyen. Específicamente, la información con la que trabaja la MT puede ser reemplazada o actualizada en la medida que el proceso se va implementando (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley,

2000; Baddeley, Hitch & Allen, 2019) –gracias a que se trata de un tipo de memoria activa que trabaja on-line con información transitoria y que puede contar con sub-procesos al trabajar en un segundo plano¹⁷-. Benedek, Jauk, Sommer, Arendasy y Neubauer (2014) explican que las FE incluyen la actualización, cambio e inhibición, las cuales son facultades fundamentales que permiten el cambio del contenido de la información según su relevancia. Además, hacen posible reemplazar contenidos “obsoletos”, para darle paso a otros más pertinentes para la situación, que irán actualizándose en la medida en que se intercambien los elementos presentes en la información relacionada con el conjunto de tareas que el sujeto pretende resolver. Lo anterior le permite al individuo responder de la forma más adecuada, de acuerdo a las reglas establecidas y al tipo de estímulo que implica la tarea. Así mismo, el procesamiento llegará a variar según la priorización, mediante la inhibición de distintas respuestas o acciones, hecho que requerirá del despliegue de una clase específica de atención acorde con las necesidades del sujeto y con las exigencias ambientales (Baddeley, 2000; Miyake et al. 2000).

En este punto, resulta importante destacar el papel de la “novedad” en relación con las FE y el flujo de los procesos creativos, puesto que dicho sistema tiene una mejor respuesta, dependiendo de los elementos novedosos presentes en el medio, posibilitando el surgimiento de soluciones creativas o poco comunes, lo cual eventualmente se traduce en una mayor actividad de la corteza frontal (Rey-Mermet, Gade, Souza, von Bastian & Oberauer, 2019). De igual forma, la capacidad atencional puede modificarse dependiendo de 1) la naturaleza del estímulo, 2) el tipo de información procesada y 3) los intereses propios del sujeto (hecho que favorece el filtrado de la información innecesaria para la realización de una tarea o actividad particular). Lo anterior posibilita la generación de respuestas creativas evitando la aparición de discrepancias al interior del sistema de procesamiento de información. Por ejemplo, cuando una niña juega con una serie de cubos (los cuales actúan como estímulos) y trata de construir una torre, inicialmente es probable que no cuente con una idea clara de las propiedades de los mismos y del abanico de posibilidades sobre las que puede trabajar, sin embargo, en la medida que interactúa (poniendo en juego estrategias como ensayo-error, imaginación y planeación) va desplegando soluciones o alternativas al momento de imprimir una intención con el juguete, dado que a partir de las experiencias previas –además de la información consolidada por medio

17 Estableciendo una analogía con los procesos ocurridos en un sistema computacional al manejar diversos tipos de información.

de la experimentación–, se establecen rutas más confiables para obtener el resultado deseado y así se descartan las acciones infructuosas con el fin de construir la torre.

LA COGNICIÓN SOCIAL Y LA MEDIACIÓN DEL OTRO EN LA ACCIÓN VOLUNTARIA

Al referirse al origen de las habilidades creativas, se encuentra que, aunque algunas perspectivas han comprendido la creatividad como un talento natural o innato, propio de ciertos individuos “privilegiados” (Boden, 2004), es importante reconocer que las ideas creativas emergen y se desarrollan de una manera compleja, asumiendo la interacción de otras variables (Amabile 1996, Ericsson, 1996; Feldman 1994; Gardner 1995; Mumford, 1995 y Sternberg y Lubart 1999). En este sentido, autores como Isbel y Raines (2003) consideran que el *potencial creativo* no puede ser activado por sí mismo, desde los procesos de crecimiento y maduración, ya que requiere de una intervención temprana y especial. De acuerdo con esta perspectiva, se reconoce el carácter esencial del contexto para el despliegue de las habilidades creativas. Algunos de los estudios pioneros sobre la creatividad, señalan la importancia de los padres, los grupos de pares, los profesores y ciertos eventos fortuitos que inciden en el desarrollo de una *mente creativa* (Candolle 1973; Ellis 1926; Ostwald 1909).

Así mismo, autores como Piaget (1967, 1985), Vygotsky (1978), Bronfenbrenner (1979) y Brunner (1990) hacen énfasis en la importancia que tiene para un sujeto la interacción con el entorno y un mediador [o mediadores] que actúa como agente regulador de la actividad. Dicha mediación puede enfocarse en primera instancia en contribuir a la inhibición de las respuestas inadecuadas en la edad temprana y, por medio del establecimiento del lenguaje desde su vertiente más primitiva, desencadenar toda una serie de significados que irán definiendo las variables en cuanto a interacción se refiere. De esta manera, la interacción con el entorno inmediato juega un papel crucial en el desarrollo de las destrezas necesarias para explorar, manipular, transformar y crear nuevos elementos que le permitirán al niño “conquistar” su entorno y que darán lugar a la actividad intelectual más compleja.

Desde esta perspectiva, inicialmente el sujeto “trata” de *asimilar* la realidad al interior de su sistema de *esquemas* para *acomodarlos* al medio. Partiendo

de esquemas primitivos (los reflejos) y mediante un proceso de *adaptación*, el infante desarrolla formas más complejas de acción, sobre el conocimiento que hay en su entorno y aquel que él asimila. Según esta aproximación constructivista y auto-estructurante, el niño también desarrolla habilidades cognitivas más complejas, mientras su sistema senso-perceptivo se constituye en una dinámica que va desde el mundo de la acción hasta el mundo de la representación y lo simbólico.

No obstante, es evidente que en la medida que las funciones mentales se vuelven más complejas, el *otro* jugará un papel mucho más importante, dado que la comunicación se tornará más elaborada y los simbolismos requeridos para el establecimiento de una situación discursiva trascurrirán más allá de lo verbal. En este caso, cabe resaltar que la comunicación contiene una carga simbólica que debe ser descifrada por locutor e interlocutor para la interpretación posterior de las intenciones de cada uno. Paulatinamente, en la medida que aparece mayor complejidad a nivel de las interacciones, el mediador desplegará acciones colaborativas que brindarán un soporte o *andamiaje* para que el niño en desarrollo pueda conquistar las habilidades necesarias y así equipararse en las destrezas necesarias para resolver las demandas propias del contexto. Ciertamente, por medio de dos procesos denominados *zona de desarrollo potencial* y *zona de desarrollo próximo* (Vygotsky, 1978). Por otro lado, el desarrollo de la actividad intelectual se ve sustancialmente beneficiado por lo que pueda ofrecer cada contexto inmediato, permitiendo un desarrollo cada vez más avanzado, en la medida que las interacciones ambientales o sistémicas proporcionen los elementos necesarios que puedan complementar y mejorar lo dominado o ya existente en el sujeto.

Por otra parte, asumiendo una postura que privilegia la relación entre la creatividad y el contexto, Sternberg y Lubart (1991) aseguran que en lo que respecta al desarrollo de las habilidades creativas es importante considerar el factor situacional y las leyes de funcionamiento existencial y cultural que rodean a un individuo. Así, el desarrollo de la creatividad se hace posible a través del aprendizaje, la amplitud de la experiencia y de la identificación y resolución de problemas. Efectivamente, esto involucra habilidades cognitivas que son el resultado de la interacción compleja entre el sujeto y el contexto. De este modo, el *potencial creativo* debe ser actualizado y cultivado por la familia del niño, sus modelos de crianza, los desafíos a los que se ve expuesto el sujeto, el ambiente escolar y las oportunidades académicas disponibles.

En aras de validar la importancia del contexto y de clarificar su incidencia sobre habilidades creativas puntuales, Ott y Pozzi (2010) plantean que en la escuela la creatividad no necesariamente hace referencia a la creatividad revolucionaria (Creatividad con C mayúscula), más bien se refiere a la creatividad asociada a la cotidianidad del desempeño de los educandos en la vida escolar (creatividad con c minúscula), la cual tiende a favorecer la habilidad de los estudiantes para: la combinación ideas, la asociación de conceptos, la curiosidad, la actitud positiva ligada a la búsqueda de nuevas soluciones y finalmente la capacidad para revisar y juzgar lo que ellos mismos están haciendo, con el fin de encontrar las acciones adecuadas (habilidades metacognitivas). Así mismo, Vygotsky (2003/1930) propone dos actividades realizadas a nivel neural que serían fundamentales en el proceso creativo, la primera es denominada por el autor actividad reproductora, la cual requiere de procesos de memoria y se relaciona con la función creadora. Este autor hace énfasis en la naturaleza plástica del sistema nervioso, puesto que tiene la posibilidad de adaptarse y conservar huellas de sus cambios. De esta manera, reconoce que el ser humano conserva sus experiencias previas y a partir de estas elabora nuevas creaciones. Así, sugiere que el sistema nervioso contribuye a la función creadora, la cual proporciona al ser humano la posibilidad de encaminar nuevas acciones y adaptarse a la novedad y a las situaciones que implican un nivel de incertidumbre. Por tanto, ambos procesos hacen parte de la actividad adaptativa humana, permitiendo que la función creadora se exprese en la imaginación y la fantasía, mediante la construcción de lo nuevo a partir de las experiencias reales en el mundo cultural.

De acuerdo con este autor, se puede reconocer al individuo culto en su habilidad para realizar un acto intencionado con libertad, puesto que el ser humano no actúa determinado por los estímulos del medio ambiente, como ocurre con los animales. En ese orden de ideas, hace referencia al papel de las funciones intelectuales superiores en relación con determinadas conductas patológicas que impiden la expresión de la creatividad del sujeto, debido a que comprometen la “libertad” de sus actos. Por lo tanto, en la medida en que un ser humano es incapaz de responder a una situación que implique un nivel de acción, no podría ejercer su capacidad creativa.

Así mismo, desde una perspectiva más integradora Csikszentmihalyi (1988), propone también considerar cuatro elementos no racionales en las personas creativas. Primero, el hecho según el cual el individuo creativo termina siendo atraído por un dominio particular (pues no es suficiente contar con información, sino que el sujeto requiere de interés por dicha información).

Segundo, la cantidad o gasto de *energía mental* que la persona invierte en expandir los límites o en insistir sobre la idea a través de un esfuerzo creativo basado en la perseverancia. Tercero, la persona se compromete con la actitud de cuestionar un dominio o buscar una manera alternativa de manejar un problema, para ello cuenta con flexibilidad para hacer transacciones con las ideas o materiales que tiene a mano, reconociendo posibilidades que previamente no se habían pensado, adaptándose a los patrones sugeridos y conservando una estructura de trabajo que le permite orientarse hacia la originalidad. Cuarto, es necesario tener en cuenta la *energía mental* disponible en el ambiente social, puesto que bien podría ayudar o dificultar la realización de la actividad o la manifestación del pensamiento creativo.

De acuerdo con Csikszentmihalyi la creatividad depende de un contexto social en más o menos dos formas: 1) ontológicamente, esta influencia contextual se refiere al consenso de un segmento crítico de la sociedad que decide qué es o no es creativo, y 2) empíricamente, esta influencia contextual hace alusión al hecho de acuerdo con el cual la realización de las ideas creativas depende de manera significativa de la ayuda y contribución del contexto social.

No obstante, especificando sobre las interacciones en las que se involucra un niño en la construcción de las habilidades creativas, se asume que la mediación del adulto o de los pares sobre ciertas actividades cobra un valor fundamental. De acuerdo con una perspectiva neo-vygotskyana, algunos investigadores sostienen que cada edad tiene una *actividad rectora* (Elkonin, 1995; Obukhova, 1985; Salamina, 1985). De manera general, estos planteamientos sugieren que, en el primer año de vida la actividad estructurante y organizadora de la acción se basa en la relación afectivo-emocional entre el infante y la madre. Aproximadamente entre los tres y los cinco años el juego que involucra la simbolización y la comprensión de roles desempeña un papel fundamental en niños preescolares, y posteriormente el despliegue de habilidades formales más escolarizadas emerge como aspecto crucial del aprendizaje y desarrollo en la infancia intermedia.

Ciertamente, Vigotsky (2003/1930) plantea que el acto creativo tiene lugar desde la infancia, a través de las situaciones de juego. En este sentido, asume que la fantasía se compone de elementos de la realidad previa del ser humano, ya que para fantasear el individuo debe hacer uso de sus experiencias pasadas. Además, este autor señala la importancia de los procesos de mediación social dentro de las experiencias que implican situaciones de avance cognitivo

y procesos de simbolización. Así, el juego mediado emerge como una herramienta generadora de aprendizaje. Desde la perspectiva de Vygotsky (1962, 1976, 1987), así como desde una aproximación neo-vygotskiana (Elkonin, 1972, 1989, 2005; Leontiev, 1964; Usova, 1976; Zaporozhets, 1997) se asume el juego¹⁸ más allá de una simple forma de actividad espontánea y libre (que aparta al niño de las presiones sociales), o de una simple estrategia de ejercicio y utilización de habilidades cognitivas. En este sentido, Vygotsky (1978) plantea que la situación de juego ubica al niño en la *zona de desarrollo próximo*, ya que, en esta dinámica, el sujeto está constantemente trabajando sobre cogniciones complejas que están por encima de su edad y es el adulto quien guía (a través de la mediación) el “salto” del pensamiento del *niño que juega*, hacia un nivel por encima del relativo a su edad. En efecto, se considera el juego como un instrumento valioso para la mediación que puede ejercer el adulto en la construcción social de las habilidades del niño. Por ejemplo, desde el planteamiento histórico cultural se reconoce que en condiciones de la mediación aportada por el adulto (padre o maestro) el juego de roles contribuye a la constitución de procesos socio-cognitivos en los niños, como lo son: la capacidad de auto-regulación, las habilidades para el cambio de perspectiva, el pensamiento divergente, el desarrollo del pensamiento simbólico y el despliegue de la fantasía.

Sin embargo, algunos estudios (Radel, Davranche, Fournier y Dietrich, 2015) han planteado que no todas las acciones y procesos que se encaminan hacia la elaboración de un producto creativo se favorecen de experiencias previas frente a los mismos procesos psicológicos. Así, individuos que llegan a puntuar muy alto en tareas de creatividad a nivel del componente de fluidez ideativa o creatividad divergente, no suelen beneficiarse de entrenamientos previos basados en habilidades de control inhibitorio, en tanto que aquellos sujetos que presentan un desempeño alto en el componente de originalidad o creatividad convergente pueden beneficiarse mucho más de entrenamientos previos cuyo eje lo constituye este aspecto de la dimensión ejecutivas (el control inhibitorio). Resulta probable que esto se relacione con la idea de acuerdo con la cual en el proceso de fluidez ideativa quizás los sistemas de procesamiento neural requieran modular la participación de mecanismos inhibitorios para generar una gran producción de ideas; mientras que la búsqueda de ideas innovadoras y originales quizás demanda mucho más de los mecanismos de control inhibitorio que sesgan el procesamiento cognitivo

18 Específicamente hablando del juego que involucra a los niños desde los tres años de edad hasta los escolares.

y las acciones, limitando de manera selectiva la información privilegiada por el sujeto en el proceso creativo (Radel et al., 2015; Benedek & Jauk, 2019).

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, es importante resaltar que los procesos creativos van de la mano con lo que está establecido en nuestro aparato biológico, dado que sin este no se desplegarían las capacidades cognitivas que resultan fundamentales para el ser humano como especie y más aún, teniendo en mente que nuestra biología completa su desarrollo por medio de las interacciones con el contexto y los actores que se encuentran en él. Dichos actores que representan la matriz simbólica y afectiva del contexto, se perfilan como facilitadores de la adquisición de destrezas que serán de suma importancia en el despliegue conductual y psicológico del sujeto, contribuyendo a la construcción de la capacidad para ofrecer distintas respuestas dependiendo de las demandas circunstanciales y de las posibilidades o alternativas con las que el individuo cuente. En este sentido, se comprende que tanto lo orgánico como lo socio-cultural se interrelacionan para dar lugar a patrones conductuales y a estados de la vida psicológica cada vez más complejos.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Por qué tienen relevancia los lóbulos frontales en la cognición humana?
- ¿Qué función desempeñan las funciones ejecutivas en la estructuración de las conductas complejas?
- ¿Qué relación existe entre las denominadas funciones ejecutivas y las habilidades que preceden al acto creativo?
- ¿Cómo contribuye el contexto a los procesos vinculados con la cognición creativa?
- ¿Cuál es el lugar del mediador en la construcción de habilidades para la acción voluntaria y la creatividad?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila, A. & Roselli, M. (2007). Envejecimiento Normal y Patológico. En *Neuropsicología Clínica*. México: Editorial Manual Moderno, 227-253.
- Ardila, A., & Ostrosky, F. (2012). Guía para el diagnóstico neuropsicológico. *Florida: American Board of Professional Neuropsychology*.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2).
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2019). From short-term store to multicomponent working memory: The role of the modal model. *Memory & cognition*, 47(4), 575-588. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0878-5>
- Barkley, R. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Benedek, M. & Jauk, E. (2019). 10 Creativity and Cognitive Control. *The Cambridge Handbook of Creativity*, 200.
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M. y Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: the common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *ELSEVIER*, 46, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1990). *Actos de Significado: más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bustamante, J. (2016). *Neuroanatomía Funcional y Clínica: atlas del sistema nervioso central*. Bogotá: Editorial Médica CELSUS.
- Casey, B. J., Giedd, J. N. y Thomas, K. M. (2000) Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *ELSEVIER. Biological Psychology*. 54, 241-257. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(00\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(00)00058-2).
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: emotion, reason and the human brain*. New York: Grosset/Putnam Book. G. P. Putnam's Sons New York.
- Luria, A. (1977). *Las funciones corticales superiores en el hombre*. La Habana: Editorial La Orbe.

- Luria, A. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S. A.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, J. M., Witzki, A. H., Howerter, A. y Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). Springer, Boston, Ma. US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1
- Ramos, C. A. y Pérez, C. P. (2015). Relación entre el modelo híbrido de las funciones ejecutivas y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Psicología desde el Caribe*. Universidad del Norte, 32 (2), 299-314.
- Rey-Mermet, A., Gade, M., Souza, A. S., von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2019). Is executive control related to working memory capacity and fluid intelligence?. *Journal of Experimental Psychology: General*. <https://doi.org/10.1037/xge0000593>.
- Rosselli, M., & Ardila, A. (1997). Desarrollo cognoscitivo y maduración cerebral. En *Neuropsicología infantil. Avances en investigación, teoría y práctica*. Medellín: Prensa Creativa, 31-56.
- Schmahmann, J. D. (2019). The cerebellum and cognition. *Neuroscience letters*, 688, 62-75. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.07.005>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós
- Zabelina, D., Saporta, A., & Beeman, M. (2016). Flexible or leaky attention in creative people? Distinct patterns of attention for different types of creative thinking. *Memory & cognition*, 44(3), 488-498. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0569-4>.

CAPÍTULO 7.

ALGUNAS APROXIMACIONES Y MODELOS PARA ABORDAR LA CREATIVIDAD

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Ocampo ÁA. Algunas aproximaciones y modelos para abordar la creatividad. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 177-209.

ALGUNAS APROXIMACIONES Y MODELOS PARA ABORDAR LA CREATIVIDAD

Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

Este capítulo aborda algunas de las aproximaciones más desarrolladas para el estudio del acto creativo, enfatizado sobre aspectos como los tipos de creatividad, la capacidad para resolver problemas mediante la innovación, el pensamiento divergente, el componente social de la creatividad y las ideas creativas súbitas. Particularmente, algunos de estos asuntos se han explorado desde aproximaciones descriptivas meramente comportamentales, otros se han intentado comprender desde la construcción de modelos cognitivos, contextuales y computacionales, que en algunos casos han buscado establecer relaciones con los correlatos neurales, en términos estructurales y de las posibles redes biológicas de funcionamiento distribuido. Finalmente, el capítulo señala la necesidad de proponer un abordaje complejo frente al acto creativo, que le permita al investigador consolidar una visión más integral de este fenómeno desde el aporte de las propuestas modélicas.

INTRODUCCIÓN

Las múltiples aproximaciones acerca de la creatividad han enfatizado sobre aspectos como los diversos tipos de creatividad, la capacidad para resolver problemas de una manera alternativa e innovadora, el componente social de la creatividad, la expresión artística ligada a la cognición creativa, el pensamiento divergente y las ideas creativas súbitas. También, se ha explorado sobre la posible relación de la creatividad con algunas funciones ejecutivas y con los sistemas encargados del procesamiento de las emociones, entre otros aspectos de las habilidades creativas humanas. Algunas de estas dimensiones han sido exploradas desde aspectos descriptivos eminentemente comportamentales, otras han sido argumentadas desde la construcción de modelos cognitivos, que en algunos casos se han intentado relacionar con

sus correlatos neurales a nivel de activación cerebral y de posibles redes de funcionamiento distribuido. No obstante, es importante considerar el aporte que podría generar el análisis multinivel que ubica el estudio de la cognición creativa en el contexto de múltiples mecanismos, incluyendo aspectos moleculares, vías de conectividad neuronal y aspectos cognitivo-emocionales que conjuntamente contribuyen a la creatividad humana.

IDEAS DIVERGENTES

Anteriormente se ha mencionado que el acto creativo no es un proceso exclusivo del genio, del inventor o del artista, pues debe asumirse como una posibilidad con que cuenta el ser humano *per se*. La mayoría de las investigaciones acerca de la creatividad tienden a tomar una de las siguientes direcciones en su búsqueda comprensiva: la *creatividad cotidiana* (también llamada “creatividad con c”), que se puede encontrar en casi todas las personas, y la *creatividad eminente* (“creatividad con C”), que está “reservada” para describir los procesos y productos de los grandes creativos de la humanidad. Ampliando esta línea de conceptualización, Kaufman & Beghetto (2009) proponen el modelo de cuatro Cs de la creatividad que pretende superar dicha dicotomía. En concreto, los autores añaden la idea de “mini-c”, refiriéndose a la creatividad que es inherente al proceso de aprendizaje y “pro-c”, que alude a la progresión del desarrollo y al esfuerzo que va más allá de la creatividad con c minúscula, representando un nivel profesional de experiencia en cualquier área creativa. De esta manera, incluyen diferentes transiciones y gradaciones sobre ciertas dimensiones que pueden hacer parte del proceso creativo, tales como el aprendizaje formal e informal, los periodos de experimentación o creatividad espontánea, así como algunos aspectos socio-afectivos asociados como lo son la sensación de éxtasis y el reconocimiento social (Ver figura 21).

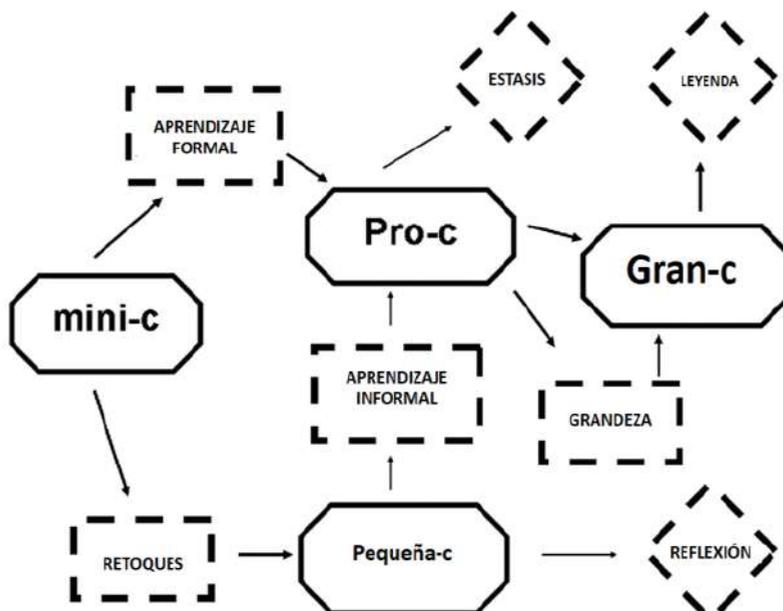


Figura 21. Modelo de las cuatro Cs.

Fuente: Tomado de Kaufman & Beghetto (2009)

Como forma de pensamiento particular, la creatividad ha sido vinculada con el denominado “pensamiento divergente”, que está implicado en el planteamiento de muchas posibilidades de respuesta, diversos puntos de partida y múltiples soluciones adecuadas ante una situación/problema. El “pensamiento divergente” en su análisis constitutivo, probablemente requiere hacer uso de procesos de atención sostenida, memoria operativa, flexibilidad, rompimiento de reglas y despliegue de estrategias novedosas. Por otra parte, al “pensamiento convergente” se le vincula con la generación de una única y óptima solución frente a un problema determinado. Las tareas diseñadas para evaluar esta forma de pensamiento, se asocian con situaciones en las que i) se recobra información, ii) se solucionan problemas de manera lineal y iii) se espera que la persona siga determinados patrones para la solución de problemas.

Al parecer, una vez que se aborda el campo del pensamiento divergente una característica clave a tener en cuenta es saber cuándo aplicar el pensamiento creativo y el momento de equilibrarlo con procesos de pensamiento crítico

(Howard, Maier, Onarheim & Friis-Olivarius, 2013). Más allá de los paradigmas descriptivos acerca de la creatividad, algunos investigadores del componente aplicado del desarrollo de las habilidades creativas se basan en el denominado modelo de “Doble Diamante” (Propuesto en Design Council en 2005) (Ver figura 22). Este modelo plantea que durante el proceso de descubrimiento de nuevos conocimientos o la generación de nuevas ideas, los sujetos atraviesan por diversas fases del pensamiento divergente, siendo necesario también recurrir a formas de pensamiento convergente para definir aspectos de la idea generada o del conocimiento descubierto. En síntesis, a lo largo del proceso creativo evidentemente tienen lugar giros divergentes que se apoyan de manera recurrente en formas de pensamiento convergente (características del razonamiento deliberado asociado al conocimiento generado).

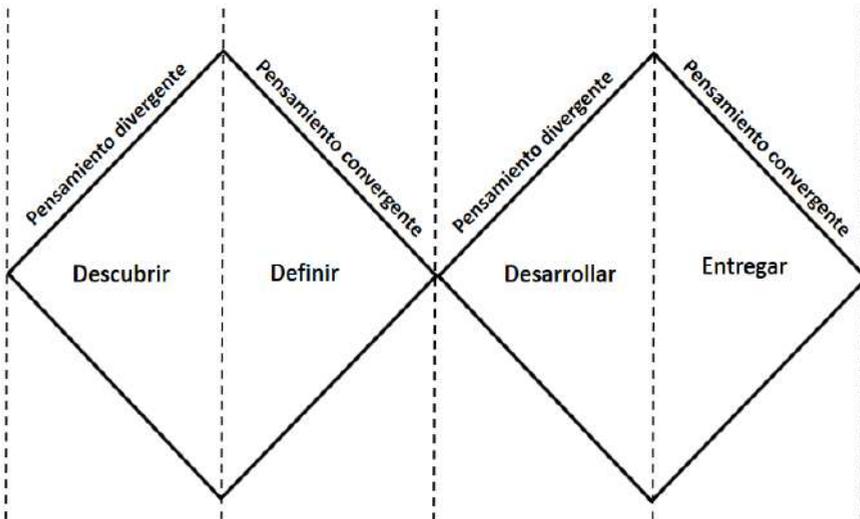


Figura 22. El modelo de “Doble Diamante” implementado en el Reino Unido (DD) supone que los componentes relativos al pensamiento convergente y divergente hacen parte de momentos importantes del proceso creativo.

Fuente: Tomado de Doble Diamante. Presentado en Design Council en 2005 (<http://www.designcouncil.org.uk/designprocess>, 03/05/2012).

De esta manera, se sugiere un modelo que se enfoca en la combinación de períodos de pensamiento divergente con períodos de pensamiento convergente, haciendo hincapié en que el pensamiento divergente no es condición suficiente para la generación de ideas o productos creativos

(Persaud, 2007). Aunque estas dos formas de pensamiento se perfilan como procesos cognitivos separados, estos resultan fundamentales para comprender la creatividad. Así, se entiende el pensamiento divergente como un proceso que conduce a la novedad, mientras el sujeto también se apoya en el pensamiento convergente cuya naturaleza es de carácter más “lineal”. Howard, Maier, Onarheim & Friis-Olivarius (2013) consideran que el modelo DD se funda en una forma de consciencia que combina pensamiento divergente y pensamiento convergente para acceder a una solución que eventualmente se configura como novedosa y útil.

EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En la definición de la relación entre creatividad y resolución de situaciones problemáticas es necesario examinar los procesos que subyacen a la *solución creativa de problemas*. Tal análisis requiere una investigación sobre las demandas cognitivas implícitas en el procesamiento creativo.

Uno de los modelos pioneros de la dimensión creativa fue el propuesto por Wallas (1926) y Hadamard (1954) a principios del siglo pasado. Este modelo clásico consta de cuatro fases distintas. Dichas fases son: preparación, incubación, iluminación y verificación.

Durante la **fase de preparación**, ocurren tres eventos fundamentales, i) el problema a resolver es identificado, ii) el individuo reúne información necesaria para su resolución y iii) sus pensamientos conscientes se ven implicados en esta parte del proceso creativo.

Aunque es probable que pueda encontrarse una solución durante esta fase; ante problemas complejos y novedosos el individuo eventualmente puede también “renunciar” por un tiempo al proceso de resolución. Este lapso temporal de abandono es el que conduce a la denominada **fase de incubación**. Durante este periodo las ideas en incubación son libres de asociarse y re-estructurarse sin que el individuo trabaje directamente sobre ellas. La incubación puede durar unos pocos segundos, horas o años, dependiendo de la situación.

De acuerdo con esta perspectiva, cuando una solución se manifiesta significa que el sujeto ha accedido a la **fase de iluminación**. A menudo

este periodo del proceso de resolución es reconocido como *La experiencia “aha”*. Hadamard (1954) explicó la iluminación como la mente inconsciente dejando “caer” la solución sobre el límite de la consciencia. A partir de este “suceso”, la mente consciente aprovecha la nueva idea involucrándose en el proceso denominado penetración.

Posteriormente, la solución que ha sido identificada necesita ser comprobada, lo cual implica que se desarrolle y que se refine en la **fase de verificación**, para asegurar la congruencia y la comprensión del proceso mismo. En caso de que la fase de verificación muestre que la solución no es viable, entonces puede tener lugar un retorno a un momento más temprano del proceso creativo lo que propicia una dinámica recurrente.

Ciertamente, aunque las fases de preparación y verificación están marcadas por la actividad consciente, las fases de incubación y de iluminación pueden incluir actividad que no necesariamente es mediada por procesos conscientes, añadiendo complejidad y flexibilidad a la comprensión del acto creativo.

Basándose en el trabajo de Hadamard (1954) y otros autores, Shaw (1989) realizó un estudio de la creatividad enfocado en el dominio del quehacer científico. Para la realización de esta investigación se invitó a un número de científicos e ingenieros a reflexionar sobre su actividad creativa. Es de destacar que se describieron una serie de polos emocionales (tanto positivos como negativos) que se vinculan con las diferentes etapas del proceso creativo asociado a procesos de descubrimiento y producción científica. Este hallazgo, junto con el trabajo de otros en el campo (véase, por ejemplo, Cropley 2001 y Russ 1999) ha sugerido un papel fundamental de la actividad emocional en el proceso creativo.

Además de estos polos emocionales, Shaw (1989) teorizó acerca de la presencia de una serie de cinco circuitos de retroalimentación involucrados en la creatividad. Evidentemente, las perspectivas que exploran la creatividad en tanto capacidad para la resolución de problemas, han acogido el modelo clásico que desglosa el proceso creativo en los diversos pasos necesarios para resolver determinadas tareas, implicando bucles de procesamiento de información. El primer bucle de retroalimentación es conocido como el “Bucle Arieti” y se relaciona con el ciclo entre pensamiento consciente e inconsciente que se produce entre las fases de preparación e incubación de la idea creativa. El segundo bucle, llamado el “Bucle Vinacke” se relaciona con el ciclo no consciente y consciente entre las fases de incubación e

iluminación. El tercer ciclo denominado el “Bucle Lalas” se relaciona con el ciclo entre las etapas de iluminación y la verificación o la explicación, basado en la idea de acuerdo con la cual una verificación adicional conduce a un mayor nivel de “iluminación”. El cuarto ciclo, conocido como el “Bucle de Comunicación”, anticipa la retroalimentación que puede surgir entre las etapas de verificación y validación continua del producto creativo o del resultado. Es importante plantear que los múltiples bucles de realimentación, involucran tanto actividad mental consciente como actividad mental no consciente. Además, se teoriza que las etapas de verificación y de validación de la creatividad, están relacionadas con todas las fases involucradas en el proceso creativo. En resumen, estos múltiples circuitos de retroalimentación se conocen colectivamente como el “Bucle Rossman”.

En áreas de comprender las propuestas de Hadamard (1954), Shaw (1989) y otros autores, Aldous (2019) propone un diagrama que resume el modelo clásico de las etapas relacionadas con la solución creativa de problemas (Hadamard, 1954; Wallas, 1926), junto con los respectivos ciclos de retroalimentación (Shaw, 1989). Ver figura 23.

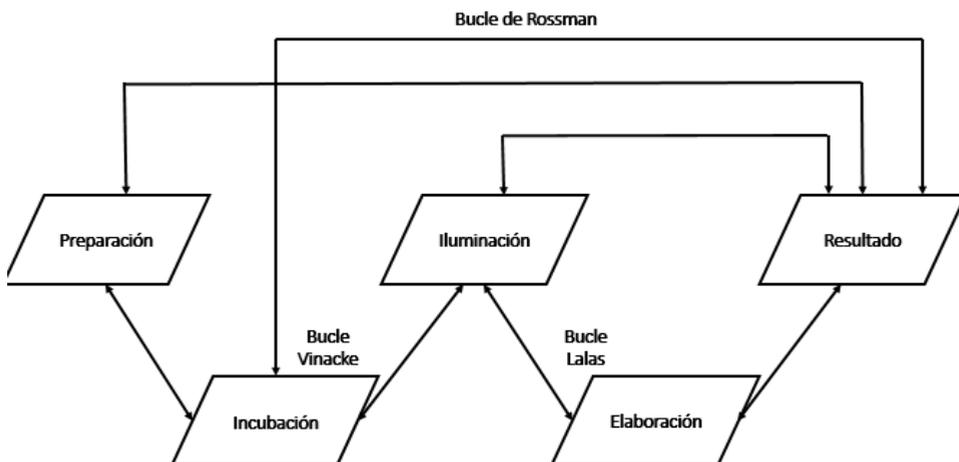


Figura 23. Diagrama del modelo clásico de resolución creativa de problemas. En este se incorporan los bucles de *feedback* planteados por Shaw.

Fuente: Tomado de Shaw (1989)

Por otro lado, Runco y Chand (1995) hacen hincapié en la importancia de considerar los aspectos motivacionales asociados a la solución de

problemas, así como los procesos de ideación y de evaluación implicados en la cognición creativa. De este modo, proponen que dentro del proceso creativo el conocimiento puede ser diferenciado en *conocimiento declarativo* y *conocimiento procedimental*. Desde esta perspectiva, el conocimiento declarativo puede mejorar el proceso creativo proporcionando información sobre los hechos, mientras que el conocimiento procedimental proporciona instrucciones para contribuir a las estrategias de pensamiento empleadas por el sujeto en la cognición creativa. Ambas formas de pensamiento estarían relacionadas con procesos de motivación intrínseca y extrínseca. Según los autores el conocimiento procedimental se relacionaría con aspectos metacognitivos vinculados a la creatividad (Runco, 2015) (Ver figura 24).

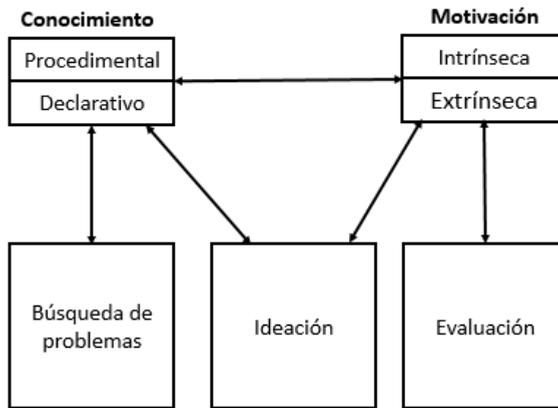


Figura 24. Dos niveles del pensamiento creativo. Las tres cajas del primer nivel representan grupos de competencias. El hallazgo del problema hace alusión a la identificación y definición, entre otros. La ideación representa la fluidez ideacional, la originalidad y la flexibilidad. Arriba se refieren las interacciones del aspecto motivacional y la dimensión del conocimiento implicada en el proceso creativo en relación con el primer nivel.

Fuente: Tomado de Runco (2015).

PERSPECTIVAS CONTEXTUALES

Amabile (1983, 1996) ha resaltado la importancia de proponer modelos sociales para el estudio de la creatividad, por lo que encaminó sus esfuerzos hacia el entendimiento de la dimensión social vinculada a la psicología de

la creatividad. Según la autora, la creatividad es un proceso que consta de cinco etapas (ver etapas de 1-5 en la parte superior del modelo representado en la figura 25), que se presentan de forma secuencial, aunque el individuo puede avanzar a través de estas fases en diversos órdenes, una vez iniciado el proceso creativo.

En efecto, la **primera etapa** del acto creativo tiene lugar ya sea cuando una persona identifica un problema para trabajar (como cuando un poeta decide componer un poema sobre una experiencia emocional reciente) o cuando se presenta un problema desde el exterior (por ejemplo, cuando un artista está encargado de pintar un retrato).

La **segunda etapa** implica la activación de la memoria relacionada con información potencialmente relevante para resolver el problema (incluyendo cualquier algoritmo que podría ser aplicable al mismo). Sin embargo, con el fin de que un resultado creativo emerja, el individuo debe estar trabajando sobre una tarea en la que no hay propiamente un algoritmo de resolución disponible, de modo que el sujeto debe recurrir a aproximaciones heurísticas para diseñar un nuevo método que se aplicaría a la solución del problema.

En la **tercera etapa**, la información de la memoria, así como la información proveniente del medio ambiente, se utiliza como la base para la generación de una posible respuesta que podría servir como el comienzo de una solución al problema.

Una vez generada la respuesta, la **etapa cuatro** consiste en el proceso de evaluación y validación de la misma, que puede implicar la comunicación de la respuesta a los demás.

Finalmente, en la **etapa cinco** tendría lugar la solución del problema o un proceso recurrente a través de las etapas anteriores con el fin de hacer frente a las insuficiencias presentes en la idea propuesta.

Eventualmente, si no se llega a generar ninguna respuesta como “candidata” para la solución del problema, la persona podría darse por vencida. El modelo original de la creatividad propuesto por Amabile (1996) se esquematiza en las figuras 25 y 26.

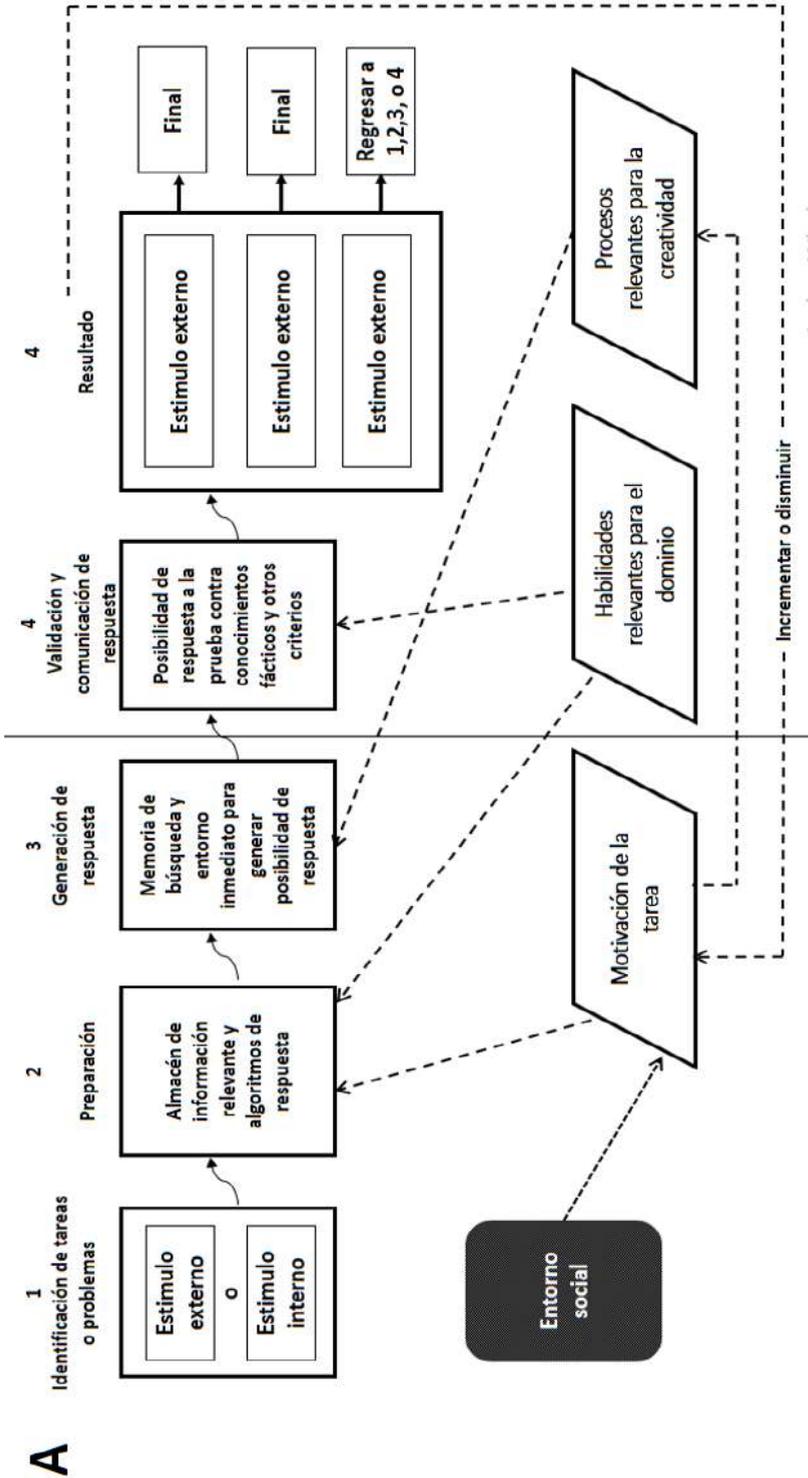


Figura 25. Modelo de componentes de la creatividad: A, visión de conjunto.

Fuente: Tomado de Amabile (1996).

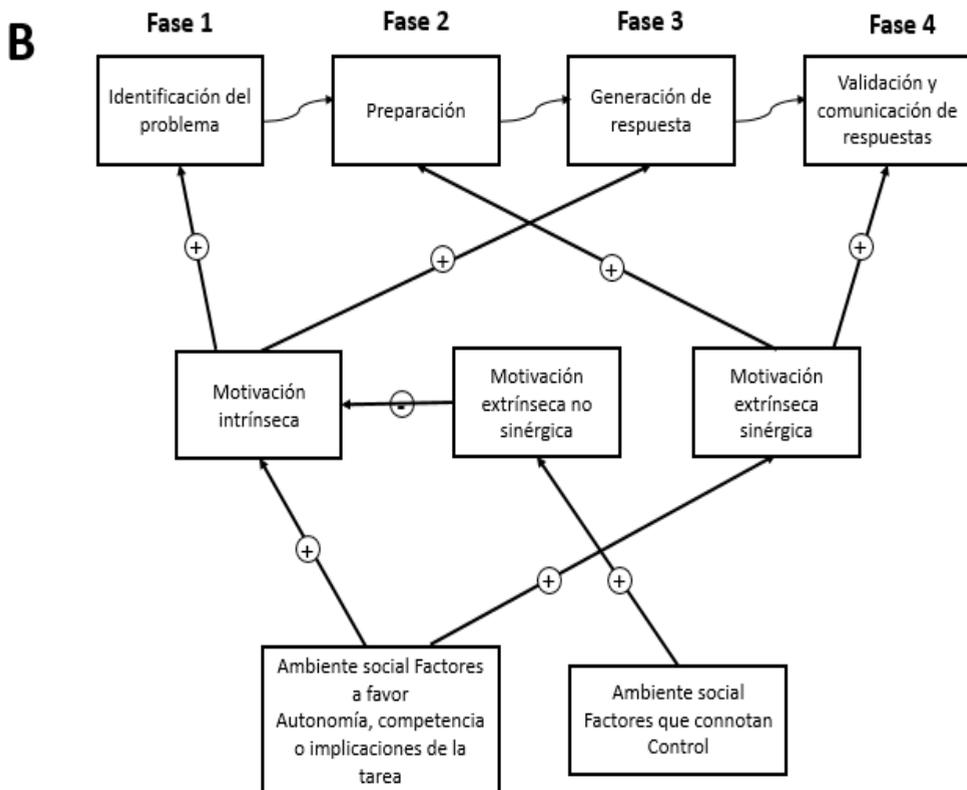


Figura 26. Modelo de componentes de la creatividad: B, detalles.

Fuente: Tomado de Amabile (1996).

El modelo de Amabile se distingue de otras propuestas en el ámbito de la psicología de la creatividad debido a su énfasis en los efectos del entorno social que rodea al proceso creativo, como se señala en la parte inferior del diagrama. De este modo, el entorno social impactaría la motivación de la persona para afrontar el desafío presente en una tarea. Aunque, de acuerdo con la autora es más probable que los resultados creativos tengan lugar cuando la persona está intrínsecamente motivada para llevar a cabo alguna tarea. Es decir, cuando el sujeto ejecuta una acción movido por su propia iniciativa y no por alguna meta extrínseca.

Otra perspectiva contextual vinculada al estudio de la creatividad se enmarca en la denominada *psicología positiva*. Desde ese enfoque,

Csikszentmihalyi & Nakamura (2018) han estudiado el *estado de flujo*. El flujo hace referencia a una experiencia intrínsecamente gratificante que casi todos los seres humanos experimentan ocasionalmente cuando alcanzan el *desempeño óptimo* en una tarea/actividad o llegan más allá de sus límites iniciales. Durante dicho estado el proceso atencional se caracteriza por lo siguiente: El sujeto está tan concentrado que básicamente solo es consciente de la variedad de percepciones vinculadas a la tarea o actividad inmediata, “perdiendo” la noción del tiempo, el espacio y disminuyendo su referencia a la conciencia de sí mismo.

Csikszentmihalyi (1988) propone considerar cuatro elementos no racionales presentes en los sujetos creativos. Primero, el hecho según el cual la persona creativa se ve atraída por un dominio particular, considerando que no es suficiente contar con información, sino que el sujeto requiere cierto nivel de interés frente a dicha información. Segundo, la cantidad o gasto de *energía mental* que la persona invierte en expandir los límites o en insistir sobre la idea a través de un esfuerzo creativo basado en la perseverancia. Tercero, la persona se compromete con la actitud de cuestionar un dominio o buscar una manera alternativa de manejar un problema, para ello cuenta con una flexibilidad que le permite hacer transacciones con las ideas o materiales que tiene a mano, reconociendo posibilidades que previamente no se habían pensado, adaptándose a los patrones sugeridos y conservando una estructura de trabajo que le permite orientarse hacia la originalidad. Cuarto, es necesario tener en cuenta la *energía* disponible en el ambiente social puesto que bien podría ayudar o dificultar la realización de la actividad o el despliegue del pensamiento creativo. De acuerdo con Csikszentmihalyi la creatividad depende de un contexto social en más o menos dos formas: 1) la influencia contextual que hace referencia al consenso de un segmento crítico de la sociedad que decide qué es o no es creativo [componente ontológico], y 2) la influencia contextual que hace alusión al hecho de acuerdo con el cual la realización de las ideas creativas depende de manera significativa de la ayuda y la contribución del tejido social [componente empírico]. Así, hace referencia a la idea del acto creativo como un proceso sistémico que involucra la creatividad y que ésta última surgiría a partir de la interacción de tres componentes: 1) la cultura que provee las reglas simbólicas, 2) la persona que trae novedad al dominio simbólico y 3) el grupo de expertos que valora los productos creativos (Csikszentmihalyi, 1997).

MODELOS COMPUTACIONALES

Profundizando en el vínculo particular entre cognición creativa, emociones y sistema nervioso (y ampliando lo desarrollado en el capítulo 5), desde una perspectiva computacional, Thagard, Terrence & Stewart (2010) proponen que la creatividad humana requiere de la combinación de representaciones mentales previamente inconexas constituidas por patrones de actividad neuronal. De este modo, el pensamiento creativo sería el resultado de la combinación de patrones neuronales caracterizados por su nivel de novedad y utilidad. Estos autores defienden la hipótesis que sugiere que tales combinaciones surgen de los mecanismos que se unen de acuerdo con patrones neuronales por un proceso de convolución¹⁹ en lugar de hacerlo por un proceso de sincronización. Según los autores, esta forma parece ser la más pertinente para entender las uniones generadas en las redes neuronales. De esta manera, describen simulaciones por ordenador que muestran la viabilidad de utilizar la configuración del tipo convolución para producir patrones emergentes de la actividad neuronal que pueden relacionarse con las representaciones asociadas con la creatividad humana.

En este sentido, plantean que una de las ventajas de pensar la creatividad en términos de representaciones neurales es que esta posibilidad no se limita a la clase de representaciones verbales y matemáticas que han sido utilizadas en la mayoría de los modelos computacionales, psicológicos y filosóficos acerca de los descubrimientos científicos. Estos investigadores consideran que además de palabras y otras estructuras lingüísticas, la mente creativa puede emplear una gama completa de modalidades sensoriales derivadas de la vista, el oído, el tacto, el olfato, el gusto y el control motor. En el pensamiento creativo también participan componentes emocionales, incluyendo la reacción de placer que acompaña a nuevas combinaciones que dan lugar a la *experiencia ¡AHA!* Ciertamente, la generación de nuevas representaciones implica la vinculación de representaciones previamente inconexas de manera que también se generan nuevas configuraciones emocionales. En síntesis, los autores proponen una teoría de la creatividad resumida en las siguientes tesis:

1. La creatividad es el resultado de nuevas combinaciones de representaciones.

¹⁹ La Convolución hace referencia a una operación sobre vectores definidos en el marco de una representación holográfica reducida (HRR).

2. En los seres humanos las representaciones mentales son patrones de actividad neuronal.
3. Las representaciones neuronales son multimodales, abarcando información que puede ser visual, auditiva, táctil, olfativa, gustativa, kinestésica, y emocional, así como información verbal.
4. Las representaciones neuronales son combinadas por convolución, la cual consiste en una especie de torsión de las representaciones ya existentes.
5. Las causas de la actividad creativa no residen simplemente en los mecanismos psicológicos y neuronales, sino también en mecanismos sociales y moleculares.

Particularmente la tesis número 1, que sugiere que la creatividad resulta a partir de la combinación de representaciones, ha sido sugerida por diversos autores (Koestler, 1967; Boden, 2004). Efectivamente, los pensadores creativos como Einstein, Coleridge y Poincaré han descrito sus puntos de vista como el resultado de un juego combinatorio (Mednick, 1962).

La fuerza de esta tesis está sustentada por el análisis de 200 grandes descubrimientos científicos e invenciones tecnológicas. Desde esta lógica, la ciencia cognitiva no sólo debe explicar cómo se combinan las representaciones en los procesos creativos, sino también dar cuenta de cómo tales combinaciones pueden ser intensamente emocionales. De manera anecdótica, la mayoría de las citas de eminentes hombres de ciencia, avalan el componente emocional de los descubrimientos científicos, incluyendo reacciones tales como alegría, asombro, placer, sensación de gloria y pasión. Probablemente los avances en la invención tecnológica, la innovación social, y la imaginación artística son igual de emocionantes a los reportes anecdóticos referidos (Thagard, Terrence & Stewart, 2010).

Específicamente, Thagard y Aubie (2008) han planteado la hipótesis que plantea que la experiencia emocional puede surgir de un proceso neuronal complejo que integra i) la evaluación cognitiva de una situación y ii) la percepción de los estados fisiológicos internos. Para efectos de claridad, la figura 7, expone la estructura del modelo EMOCÓN, que esboza la posible interacción de múltiples regiones del cerebro que participan en la generación de la conciencia emocional, que requiere tanto de la evaluación de la pertinencia de una situación, como de la determinación de los objetivos de un agente (en gran parte realizada por la corteza prefrontal y el sistema dopaminérgico que implica la participación del cerebro medio) y la percepción interna de los cambios fisiológicos (en buena medida realizada por estructuras de la amígdala y del lóbulo de la ínsula).

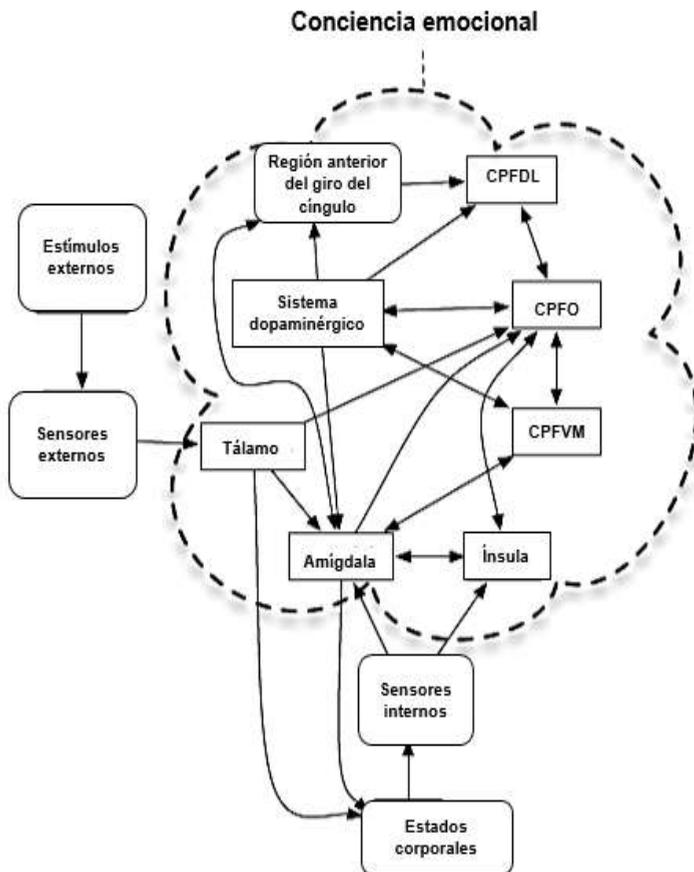


Figura 27. El modelo EMOCON contiene detalles neurales y de modelamiento computacional. CPFOL, corteza prefrontal dorsolateral; CPFO, corteza prefrontal orbital; CPFVM, corteza prefrontal ventromedial. La línea punteada sugiere que la conciencia emocional emerge de la actividad de la totalidad del sistema.

Fuente: Tomado de Thagard & Aubie (2008).

De acuerdo con el modelo EMOCON, las experiencias emocionales como el éxtasis vinculado al descubrimiento son patrones de actividad neuronal, al igual que otras representaciones mentales como conceptos y reglas. Desde esta lógica, resulta más coherente la comprensión acerca de cómo la experiencia ¡AHA! (o ¡Eureka!) puede surgir. De esta manera, cuando dos representaciones son combinadas en una nueva convolución, el cerebro realiza automáticamente una evaluación de la pertinencia de la nueva

representación frente a sus objetivos. Ordinariamente, tales combinaciones son de poca importancia, como en las combinaciones conceptuales efímeras que se llevarán a cabo en el procesamiento general del lenguaje. Según estos investigadores, no habría necesidad de reacción emocional ante combinaciones regulares tales como “vaca marrón” y “jugador de baloncesto alto”. Sin embargo, algunas combinaciones son sorprendentes, como “vaca de baloncesto” y pueden provocar un procesamiento posterior para tratar de conferir sentido a las mismas (Kunda, Miller & Claire, 1990). En situaciones extraordinarias, la nueva combinación posiblemente se torne no sólo sorprendente, sino en realidad emocionante, si es que tiene una fuerte relevancia para el logro de los objetivos del agente. La figura 28 muestra cómo la combinación de las representaciones puede ser intensamente emocional, cuando los patrones de la actividad neural correspondiente a conceptos son convolucionados con patrones de actividad que constituyen la evaluación emocional de la nueva combinación.

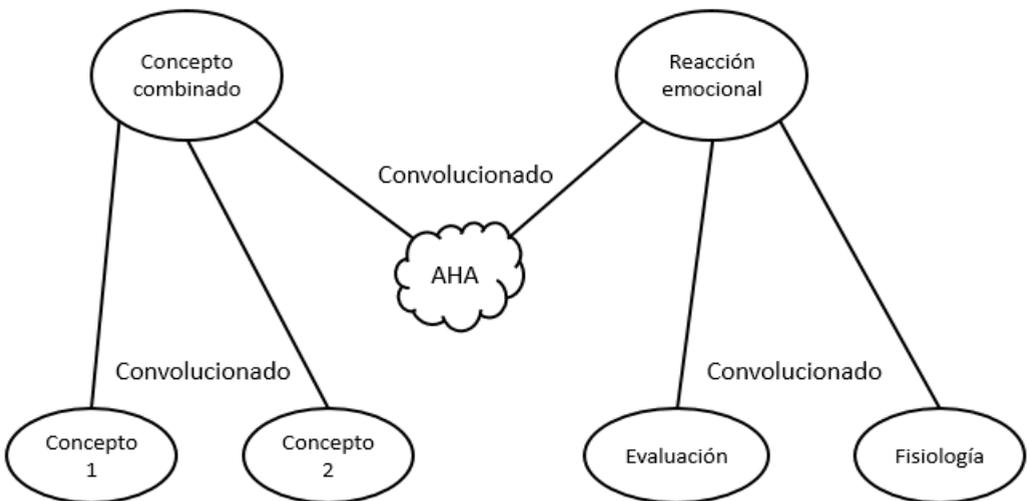


Figura 28. Muestra como la representación combinada puede ser intensamente emocional, cuando los patrones de actividad neural correspondiente a conceptos llegan a ser convolucionados con patrones de actividad que constituyen la evaluación emocional. Una nueva combinación, por ejemplo, en la composición musical, tal como una onda sonora, puede ser excitante porque es altamente relevante para lograr el descubrimiento de nuevos caminos para obtener las metas propuestas por un músico. Así, las emociones no son simplemente procesos de evaluación puramente cognitivos que pueden ser ejecutados desapasionadamente, como en el cálculo de la utilidad y la economía, por ejemplo. La *experiencia ¡AHA!* es un

fenómeno muy diferente a la actividad implicada en “dar probabilidades y esperar resolver el problema, si el valor de la opción X es elevado en términos de oportunidades para la resolución”.

Fuente: Tomado de Thagard & Aubie (2008).

De acuerdo con Thagard y Stewart (2010), la creatividad es el producto de la combinación de representaciones neurales, siendo la combinación el resultado de la convolución. Estos autores, proponen utilizar estas ideas para comprender la creatividad tal como ocurre en muchos dominios, y en particular en la ciencia. De Pasquale & Poirier (2016) argumentan que, debido a sus propiedades algebraicas, la convolución por sí sola no es adecuada para el papel explicativo propuesto por Thagard y Stewart. Es así que, el concepto de *puntero semántico*²⁰ (Eliasmith, 2013) nos permite considerar la aplicabilidad de la gama completa de operaciones de una representación holográfica reducida (HRR) mientras mantenemos las representaciones modales (tan importantes en la teoría de Thagard y Stewart).

APROXIMACIONES NEUROCIENTÍFICAS

Los estudios de neuroimagen han intentado establecer correlaciones entre las regiones cerebrales y el tipo de pensamiento que los individuos emplean al llevar a cabo tareas que implican el despliegue de pensamiento divergente, encontrando que diversas regiones de la corteza se ven activadas en estas condiciones. Siguiendo este orden de ideas, pareciera que las redes cerebrales asociadas con la generación de ideas creativas tienen que ver con la corteza prefrontal, la corteza parietal posterior [como el lóbulo parietal inferior (área 40 de Brodmann) y el precúneo (área 7 de Brodmann)], así como con la corteza anterior al cíngulo (área 32), y con diversas regiones de la corteza temporal [tales como el Giro temporal medio izquierdo (área 39 de Brodmann) y el Giro fusiforme izquierdo (área 37 de Brodmann)]. Particularmente la corteza frontal dorsolateral (área 46 de Brodmann)

20 Eliasmith describe la idea de arquitectura de puntero semántico (SPA), la cual está basada en un sofisticado marco de ingeniería neuronal, y utiliza ejemplos de sus posibilidades mediante un submodelo particular. La autora propone que la capacidad del SPA para integrar la cognición (de bajo y alto nivel) con el sustrato biológico (agregados neuronales) resulta de gran importancia.

ha sido relacionada con la selección, la libre asociación de conceptos, las asociaciones remotas y la organización de estas dentro de ideas creativas, mientras que la corteza anterior del giro del cíngulo (área 32 de Brodmann) se ha vinculado con la observación y las asociaciones semánticas distantes en el desempeño en tareas que demandan el uso de pensamiento divergente. Por otra parte, la corteza parietal posterior podría estar involucrada con el procesamiento de la información semántica relacionada con la búsqueda y con los buffers asociados con la formación de ideas creativas, considerando que diversas regiones de la corteza temporal pueden estar relacionadas con los almacenes de memoria a largo plazo. Ver figura 29.

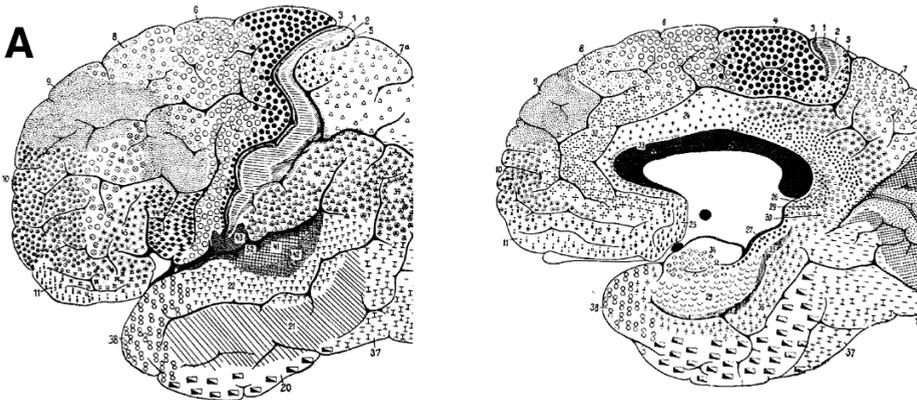


Figura 29. Mapa citoarquitectónico.

Fuente: Tomado de de Brodmann (1909).

Además, los resultados de la estimación de probabilidad de activación (ALE por sus siglas en inglés) propia de los estudios estructurales han sugerido que el pensamiento divergente está relacionado con el sistema dopaminérgico (por ejemplo, con estructuras como el núcleo caudado izquierdo y el claustró). Considerando los resultados de la estimación de probabilidad de activación, así como los estudios con fMRI y las aproximaciones estructurales adelantadas con MRI, se podrían dilucidar aspectos importantes acerca de las bases neurales del pensamiento divergente, por ejemplo, partiendo de procesamientos cognitivos específicos se podría intentar establecer las diferencias individuales de la capacidad cognitiva, fundamentales para la comprensión de la cognición creativa (Wu, et al., 2015).

Centrándonos en el lóbulo frontal y considerando que en el despliegue de la creatividad el sujeto vuelve de manera recurrente sobre las fases de generación

y evaluación propias del procesamiento creativo, actualmente se acepta que, el giro frontal inferior izquierdo (L-IFG por sus siglas en inglés) puede inhibir la creatividad durante la fase de evaluación propia del pensamiento divergente. En este sentido, se ha planteado la hipótesis de acuerdo con la cual, manipular la actividad del giro frontal inferior izquierdo afectaría el nivel de creatividad de los participantes; y que estas variaciones serían diferentes entre culturas que fomentan o no el pensamiento creativo. Los resultados de estas investigaciones señalan que en todas las personas (diferentes culturas) sometidas a estimulación tras craneal con corriente continua (tDCS por sus siglas en inglés), el giro frontal inferior izquierdo juega un papel clave en la creatividad, pudiendo variar su nivel de actividad si la estimulación es con corrientes anódicas (disminuye) o catódicas (aumenta). Aunque en estos estudios no se presentan diferencias significativas a nivel cultural (Ivancovsky, Kurman, Morio & Shamay-Tsoory, 2019).

Teniendo en cuenta que el pensamiento divergente es vital para los procesos asociados con la cognición creativa, es importante intentar comprender el correlato neural de determinadas etapas decisivas del proceso creativo, tales como la “llegada” a estados de insight o comprensiones súbitas. De esta manera, aunque no se sugiere que la corteza prefrontal sea el sitio exclusivo donde residen los procesos creativos, sí se le adjudica una función esencial en el despliegue creativo, como también se reconoce la importante participación de estructuras parietales posteriores y del sistema límbico. Siguiendo este derrotero lógico, Dietrich (2004) propone que la corteza prefrontal está implicada en la integración de los cómputos relacionados con la experiencia consciente, lo cual posibilita nuevas combinaciones de información para el manejo del conocimiento, así como la apropiada aplicación de los mismos para el trabajo en dimensiones como por ejemplo el arte y la ciencia.

Efectivamente, diversos estudios defienden el papel preeminente de la corteza prefrontal en los procesos creativos (Starchenko, Bekhtereva, Pakhomov & Medvedev, 2003; Carlsson et al., 2000; Damasio, 2001; Martindale, 1999; Abraham, 2019). Particularmente la corteza frontopolar del lóbulo frontal, se ha perfilado como una región de peso fundamental en la red de trabajo implicada en procesos que podrían ser fundamentales en la cognición creativa (Ver figura 30).

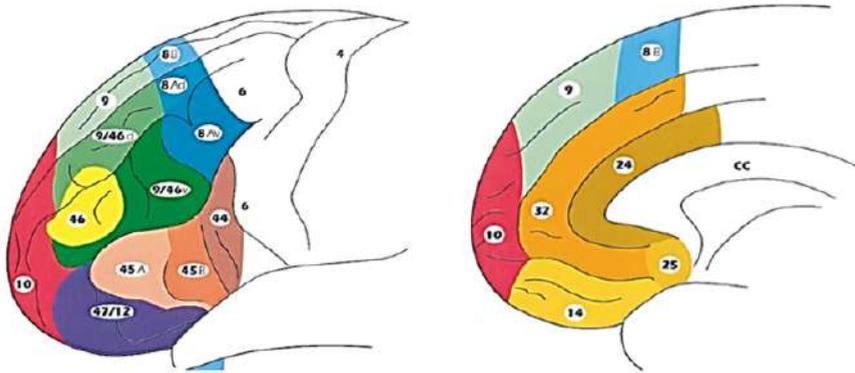


Figura 30. Mapa citoarquitectónico de la superficie medial y lateral del lóbulo frontal de acuerdo con la propuesta de Petrides & Pandya.

Fuente: Tomado de Petrides & Pandya (1999).

De esta manera, se han sugerido hipótesis funcionales que involucran el área 10, como es el caso de la “hipótesis de la compuerta”, la cual pareciera resumir gran parte de la evidencia originada en los estudios a partir de lesiones cerebrales y las aproximaciones desde la neuroimagen funcional, así como las conclusiones actuales relacionadas con la función del área 10. La hipótesis de la “compuerta” (“Gateway Hypothesis”), propone que la corteza prefrontal rostral estaría implicada en la coordinación del pensamiento independiente de estímulos y el pensamiento orientado por estímulos dirigido a la consecución de metas. Esta coordinación parece ser indispensable en situaciones en las que los tipos predominantes de pensamiento o las formas preestablecidas de respuesta, no traen consigo la consecución de resultados adecuados (Gilbert, Frith & Burgess, 2005). Actualmente se acepta la disociación funcional entre las superficies medial y lateral del área 10 (Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer & Grafman, 1999). Ciertamente, los estudios con pruebas “multitarea” y neuroimagen funcional, revelan que la superficie medial de la región frontopolar desvía la atención hacia el pensamiento orientado por estímulos sensoriales mientras que la superficie lateral enfocaría la atención sobre procesos ideativos generados internamente (Gilbert, Frith & Burgess, 2005). Burgess, Dumontheil & Gilbert (2007) también consideran que, en determinadas circunstancias, ambas formas de pensamiento se articulan para trabajar conjuntamente. Esto dejaría un espacio importante para pensar la relevancia de los mecanismos

subyacentes al área 10 dentro de las redes funcionales relacionadas con el despliegue de la imaginación y el pensamiento divergente necesario para afrontar situaciones cuya resolución no puede llevarse a cabo operando con repertorios previamente aprendidos o a través de formas de pensamiento lineales (Ver figura 31).

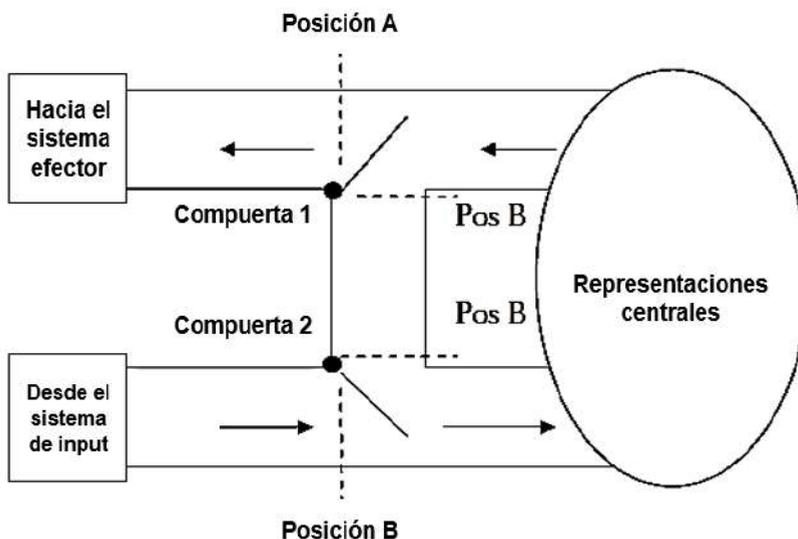


Figura 31. Representación esquemática de la “Hipótesis de la compuerta”. Se resalta la función de la región rostral de la corteza prefrontal enfatizando en la hipótesis según la cual regiones rostrales apoyan un sistema que desvía el flujo de información entre los sistemas básicos y las representaciones centrales (es decir, equivalente al ajuste de la posición de las “compuertas”). Las compuertas se muestran en una posición neutral (= sesgo determinado libremente por el contexto). Si ambas compuertas están en la posición A, el pensamiento independiente de los estímulos se ve favorecido. Si ambas puertas están en la posición B, tiene lugar un compromiso pleno del sistema con los estímulos (externos). Otras combinaciones cuentan con más correlatos experienciales, sobre todo si se considera de manera dinámica el cambio momento a momento: parte del propósito del diagrama es enfatizar en que incluso un sistema muy simple de conmutación podría efectuar un rango de actividad mental. La corteza rostral, particularmente el área 10 apoyaría un sistema cognitivo que facilita tanto el procesamiento fundamentado en la atención sobre estímulos externos como el pensamiento independiente de los estímulos.

Fuente: Tomado de Gilbert, Frith & Burgess (2005).

Por otro lado, Gazzaniga, Ivry & Mangun (1998) postulan que el rol de la corteza prefrontal en el proceso de creatividad es triple. En este sentido, el **primer rol** de la corteza prefrontal consiste en evaluar lo apropiado de un pensamiento nuevo, puesto que es importante que el individuo llegue a ser consciente de dicho pensamiento. Así mismo, partiendo de la visión que asume que los mecanismos de la memoria de trabajo de la corteza prefrontal mantienen el contenido del conocimiento durante la realización de la tarea creativa, se considera que un pensamiento nuevo llega a ser un insight cuando, al menos inicialmente, este es representado en la memoria de trabajo²¹. De acuerdo con estos autores, la información que no es representada en la memoria de trabajo sería inconsciente al grado que el individuo no puede reflejarla o reportarla.

Evidentemente, desde las estructuras neurales los niveles de funcionamiento jerárquico, pueden activar el sistema motor, así como nuevas combinaciones inconscientes pueden producir nuevas conductas. Sin embargo, la conducta creativa sofisticada, está basada en la integración prefrontal que tiene lugar una vez que los nuevos pensamientos inconscientes llegan a manifestarse en la consciencia.

Para Gazzaniga, Ivry & Mangun (1998), el **segundo rol** de la corteza prefrontal se relaciona con los insights. En efecto, se asume que los insights son sólo el primer paso en el proceso de convertir las nuevas combinaciones de información en trabajo creativo. Una vez que ocurre un insight la corteza prefrontal puede “orquestrar” la ayuda para un arsenal completo de funciones cognitivas relacionadas con una situación problema²². Es necesario aclarar que probablemente innumerables *insights* se “apagan” por ser incorrectos, incompletos o triviales. De este modo, el sistema juzga cuáles *insights*

21 Otros autores desde la perspectiva del procesamiento de la información plantean que la memoria de trabajo es fundamental para el despliegue de la habilidad para encontrar conexiones entre ítems que aparentemente no se encuentran relacionados, así como para separar elementos de un todo; por lo cual es decisiva dentro del proceso creativo, puesto que la esencia de la creatividad se sustenta sobre la posibilidad de integrar y/o recombinar los elementos en formas nuevas, así como en poder considerar algo desde perspectivas diferentes, propiciando condiciones favorables para la emergencia de la cognición creativa (Baddeley, 1990; Diamond, Kirkham, Amso, 2002).

22 Dicha ayuda puede implicar el proceso denominado “ejecutivo central”, involucrado en aspectos como dirigir, sostener la atención, efectuar búsquedas de memorias relevantes, regulación de procesos y organización de información en el tiempo y el espacio (Shallice, 1988).

“perseguir” y cuáles descartar, para lo cual efectivamente se requiere de la acción integradora de la corteza prefrontal.

Según estos autores el **tercer rol** de la corteza prefrontal consiste en implementar la expresión del *insight*. De este modo, la corteza prefrontal dirige la acción de acuerdo con las metas internas, ya sean estas metas estéticas o científicas (Miller y Cohen, 2001). En la solución de los problemas cotidianos la corteza prefrontal participa en la planeación y en la ejecución de sub-metas, al tiempo que el sistema “mantiene en mente” el objetivo principal (Channon y Crawford, 1999; Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer y Grafmar, 1999). Tanto en las artes como en la ciencia, la expresión de los *insights* creativos requiere de un alto nivel de habilidades, conocimientos y/o técnicas, los cuales se aplican continuamente en la solución de problemas durante un lapso de tiempo considerable.

De acuerdo con Fuster (2002) actualmente se acepta que el desarrollo cognitivo del niño y del adolescente se correlaciona con la maduración de la corteza prefrontal. No obstante, esta correlación es más evidente cuando se consideran las funciones cognitivas de la corteza prefrontal desde una perspectiva evolutiva; aceptando que dicho territorio contribuye más al desarrollo intelectual ligado a la edad cronológica: la atención, el lenguaje y la creatividad. Fuster & Bressler (2015) plantean que la corteza prefrontal permite el despliegue de las capacidades humanas esenciales para predecir eventos futuros y pre-adaptarse a ellos. Al parecer, estas capacidades se apoyan en la estructura y función dinámica de la corteza prefrontal humana.

Según Fuster (2014), la corteza prefrontal y la corteza de asociación posterior, se encuentran en el nivel jerárquico más alto de la organización cortical, participando en el reclutamiento de regiones implicadas en redes neuronales que representan las vías nerviosas de las acciones dirigidas a objetivos complejos. Para este autor, la corteza prefrontal humana corresponde al nivel más alto acoplado al ciclo de percepción-acción. Éste hace referencia a un bucle de procesamiento circular a través de la corteza, que favorece la interacción del organismo con el medio ambiente en la búsqueda de objetivos (Ver figura 32).

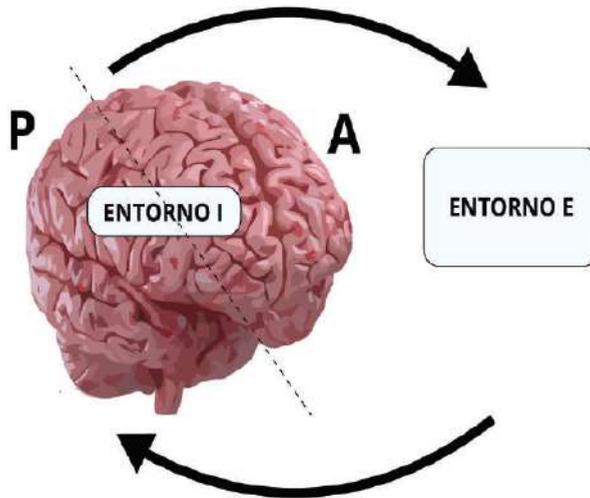


Figura 32. Ciclo percepción-acción. El esquema representa la interacción entre el sistema nervioso y el entorno. Gracias a la complejidad de las interacciones que permite el ciclo percepción-acción (P/A), la corteza elabora representaciones internas del entorno. Estas representaciones neurales estarían imbricadas en redes de conocimiento sensorio-motor, asociativo y emocional.

Fuente: Basado en Fuster & Bressler (2015).

En su papel predictivo y pre-adaptativo, la corteza prefrontal humana apoya las funciones cognitivas que son críticas para la organización temporal de la conducta futura, incluida la planificación, el sistema de atención, la memoria de trabajo, la toma de decisiones, la búsqueda de elecciones alternativas y el seguimiento de errores. En este sentido, Fuster (2014) plantea que las funciones complejas que caracterizan al ser humano están ligadas a un pasado evolutivo y que desde la neurobiología comparada pueden comprenderse algunos mecanismos asociados a los procesos mentales complejos que sustentan la creatividad y la toma de decisiones:

El lenguaje y la predicción, las dos funciones más típicamente humanas sustentadas por la corteza prefrontal, están firmemente instaladas en la historia de las especies al igual que en la estructura de la propia corteza prefrontal. En el cerebro humano, ésta está ligada a su pasado evolutivo y al futuro que prevé. Así pues, aunque el cerebro humano no es capaz

de predecir la evolución, sí es capaz de predecir las consecuencias de sus acciones, y con ellas predecir y determinar acciones futuras en un ciclo continuo, el ciclo percepción/acción (PA), el cual vincula funcionalmente al organismo con su entorno. La corteza prefrontal es la estructura máxima del ciclo, que integra el pasado y el futuro –por lejos o cerca que estén uno u otro– en la conducta, el lenguaje y el razonamiento (p. 58).

[...] En el cerebro animal podemos investigar los mecanismos del ciclo PA que hay tras la elección, la planificación, la toma de decisiones y la organización temporal de la conducta. Todas ellas son funciones en las que, la corteza prefrontal desempeña un papel decisivo. Estos mecanismos constituyen el sostén de la libertad humana, la creatividad y sus innumerables expresiones. (p. 60).

Evidentemente, estas funciones tienen una perspectiva de futuro común y se entrelazan de forma dinámica en la acción dirigida hacia las metas. Todas ellas utilizan una infraestructura neuronal similar: una amplia gama de distribución extensa que se superpone, y las redes corticales interactivas de la memoria personal, así como el conocimiento semántico, los llamados *cógnitos* (cognits)²³, que se forman por el refuerzo sináptico en la adquisición del aprendizaje y de la memoria. A partir de este reservorio que involucra la totalidad de la corteza, la memoria y el conocimiento; las estructuras funcionales prefrontales humanas, generan acciones intencionales, dirigidas a objetivos que están pre-adaptados a eventos futuros que posiblemente sean nuevos en su momento pero que el sistema los anticipa. Así, se acepta la participación de la corteza prefrontal en la elección entre

23 En la evolución de los mamíferos, el máximo agrandamiento neocortical tiene lugar en áreas denominadas “de asociación”, que están al servicio de funciones cognitivas superiores, esto es, las que se ocupan del conocimiento y de la memoria. Como es lógico, se ocupan también de las transacciones neurales entre el organismo y el entorno que dependen de esas funciones. En el cerebro humano, existen dos regiones corticales con áreas de asociación. Una, en la parte posterior del cerebro, que se extiende por grandes porciones de los lóbulos parietal, temporal y occipital (región PTO), que contienen redes de conocimiento y memoria (*cógnitos*) adquiridas a través de los sistemas sensoriales. Estas redes –*cógnitos*– se encargan de los aspectos superiores de la cognición, entre los que se incluyen la percepción, el lenguaje y la inteligencia. La otra región asociativa es la corteza prefrontal, la corteza de asociación del lóbulo frontal, que atiende a los aspectos ejecutivos de la cognición, en especial la organización temporal de acciones en las esferas de la conducta, el lenguaje y el razonamiento. Esta corteza “ejecutiva” se desarrolla al máximo en el cerebro humano, donde ocupa casi una tercera parte de la totalidad de la neocorteza (p.64).

diversas alternativas, en la toma de decisiones y en la ejecución de la acción temporalmente estructurada (ver figura 33). En buena medida, estas son las razones que justifican por qué a esta región se le ha considerado como el “ejecutivo central” en algunos modelos de funciones ejecutivas.

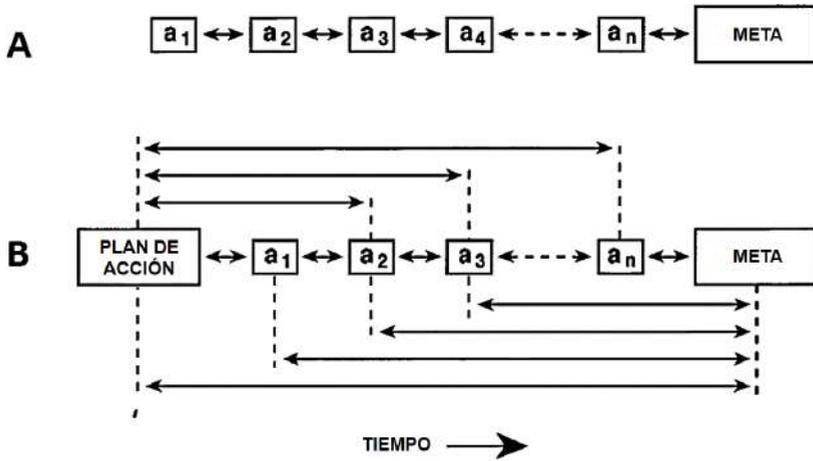


Figura 33. A: Serie de una rutina o ensayo de acciones donde un acto lleva al siguiente, en la cadena de acciones hacia una meta. La secuencia puede ser integrada sin intervención prefrontal. B: Secuencia nueva y compleja con contingencias integradas por el tiempo (flechas largas). La mediación de aquellas contingencias requiere el papel temporal integrador de la corteza prefrontal.

Fuente: Tomado de Fuster (2002).

De acuerdo con Fuster (2002) la región lateral de la corteza prefrontal se especializa en la estructuración temporal de las series de acciones nuevas y complejas dirigidas hacia una meta, ya sea en forma de comportamiento, de habla, o de razonamiento. En este sentido, plantea que la creatividad es una de las funciones más importantes de la corteza cerebral y sobre todo de la región prefrontal. Desde su perspectiva temporal enfatiza que la creatividad está ligada a la imaginación, la cual se asume como un proceso complejo que se basa en la capacidad de representarse el futuro para favorecer la configuración de algo nuevo (por ejemplo, un discurso nuevo, una conducta nueva o un plan nuevo), y aclara que, en el proceso creativo, la referencia mnémica al pasado, de algún modo determina el futuro de la serie de

acciones que se traducirán en el acto o en el producto creativo. Por tanto, desde esta posición, es la novedad y la complejidad de las acciones en las que se implica el individuo, las que hacen que este autor se refiera a la corteza prefrontal como el “órgano de la creatividad”.

Según Fuster (2014) la libertad para crear es una de las libertades más importantes e implica la inteligencia creativa como capacidad para hacer lo nuevo y rehacer lo viejo. Aquí el beneficio o el valor pueden adoptar innumerables formas, desde la pragmática a la estética, pasando por la educativa, la científica o la humanitaria, en cualquier orden o combinación.

Considerando las posturas de la Ciencia Cognitiva, puede plantearse que la elaboración que lleva a cabo la cognición creativa tiene que ver con una reelaboración, pues el conocimiento nuevo puede equipararse a conocimiento viejo que ha sido expandido y recombinado favorecer la emergencia de nuevos resultados. Por tanto, una creación resulta en buena medida, de ampliar o re-asociar cognitos previamente establecidos, tanto de orden ejecutivo como perceptual. La fuerza creativa de la imaginación hace impacto en la corteza con una oleada de activación que movilizará no solo conexiones viejas y sólidas, sino también otras nuevas con sinapsis inactivas o débiles en la penumbra de la consciencia que guía la recombinación de conocimientos previos en una nueva *gestalt* creativa. Las combinaciones que componen el acto creativo desde las ciencias, las artes, la tecnología, la filantropía, la gastronomía, la ley y toda clase de negocios, además del bienestar social y personal, implican combinaciones en el nivel sensorial; combinaciones semánticas (por ejemplo, categorías alusivas al conocimiento), también hay combinaciones que se enlazan desde la experiencia histórica personal. Además, cada creación necesita planificación y toma de decisiones, los dos soportes por excelencia de la libertad para “inventar el futuro” (Fuster, 2014).

Así mismo, Fuster plantea que la creación necesita de un impulso interno para cristalizarse. Probablemente, esté impulso proviene de las profundidades del cerebro, en particular del sistema límbico. Según Dietrich (2004) los contenidos de la conciencia pueden ser determinados por modos de procesamiento deliberado o espontáneo, cada uno de los cuales puede ser dirigido por computaciones en estructuras cognitivas y/o emocionales. Con base en lo anterior, se plantean diferentes tipos de creatividad relacionados con la producción novedosa (que pueden tener lugar en estructuras emocionales y cognitivas), así como con el tipo de información que se presenta desde los dos modos de procesamiento (procesamiento de carácter

deliberado o procesamiento de carácter espontáneo). Sin embargo, según este autor, un acto creativo no suele constituirse como la manifestación de uno de esos tipos creativos en forma pura, ya que efectivamente, cualquier acto creativo es el resultado de la combinación de circuitos cerebrales cognitivos y emocionales, y de los modos de procesamiento deliberado y espontáneo, entendidos como aspectos básicos del funcionamiento de la cognición creativa.

A partir de estas “chispas creativas” que pueden surgir deliberada o espontáneamente, el conglomerado de impulso biológico, expectativas de recompensas y asociaciones neocorticales, se canalizan a través de la corteza prefrontal orbital hasta el resto de la corteza cerebral para generar la creación nueva (Fuster, 2014). Este conjunto de influencias neurales comprende los *inputs* que van desde el medio interno hasta los estratos corticales del ciclo PA con su inmenso cúmulo reticular de cógnitos. Las influencias neurales procedentes del interior del cerebro, en particular del sistema límbico, constituyen el activador emocional, la chispa del genio, la fuente del acto creativo. El impulso que desafía el sueño, a la fatiga, que a veces supera obstáculos aparentemente infranqueables es la energía creativa, sin ésta, nunca tendría lugar la acción productiva realmente original.

Según Fuster (2019) la raíz biofísica de toda creación es el fortalecimiento y la formación de conexiones sinápticas en la corteza cerebral, dentro de los cógnitos y entre ellos. El agregado generativo de estas redes cognitivas preexiste en la corteza en diversas configuraciones antes del comienzo del proceso creativo. En su estructura neuronal y cognitiva, estas redes, que Fuster denomina “cógnitos”, codifican partes del caudal de conocimiento y memoria del individuo antes que se inicie este proceso, incluyendo los aparatos filéticos (genético) sensorial y motor. Por lo general, la conciencia está presente en el proceso creativo, a veces de forma vívida como consecuencia de la implicación cortical, pero no es un agente estrictamente indispensable de la creación, es decir no el único.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Cuáles son los tipos de creatividad que se describen en el capítulo?
- ¿Determine la relación entre la cognición creativa y el pensamiento divergente?

- ¿Qué caracteriza las perspectivas expuestas frente al abordaje del problema de la creatividad? ¿Cuáles son las principales diferencias entre estas aproximaciones?
- ¿En qué punto pueden articularse algunas de estas perspectivas para construir una visión de la creatividad como fenómeno complejo?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, A. (2019). The neuropsychology of creativity. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.09.011>.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2019). The phonological loop as a buffer store: An update. *Cortex*, 112, 91-106. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.05.015>.
- Boden, M. A. (2004). *The creative mind: Myths & mechanisms* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- Burgess, P. W., Dumontheil, I., & Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends in cognitive sciences*, 11(7), 290-298. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.004>.
- Carlsson, I., Wendt, P. E., & Risberg, J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38(6), 873-885. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00128-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00128-1).
- Damasio, A. R. (2001). Some notes on brain, imagination and creativity. *The origins of creativity*, 59-68.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic bulletin & review*, 11(6), 1011-1026. <https://doi.org/10.3758/BF03196731>
- Eliasmith, C. (2013). *How to build a brain: A neural architecture for biological cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of neurocytology*, 31(3-5), 373-385. <https://doi.org/10.1023/A:1024190429920>
- Fuster, J. M. (2014). Cerebro y libertad. Los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir. *Participación educativa. Revista del Consejo Escolar del Estado. Segunda época. Vol. 3/Nº 5/2014. Conocimiento, políticas y prácticas educativas*, 139.

- Fuster, J. M. (2019). The prefrontal cortex in the neurology clinic. In *Handbook of clinical neurology* (Vol. 163, pp. 3-15). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00001-X>.
- Fuster, J. M., & Bressler, S. L. (2015). Past makes future: role of pFC in prediction. *Journal of cognitive neuroscience*, 27(4), 639-654. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00746.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (1998). *Cognitive neuroscience, the biology of the mind*. New York: W.
- Gilbert, S. J., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2005). Involvement of rostral prefrontal cortex in selection between stimulus-oriented and stimulus-independent thought. *European Journal of Neuroscience*, 21(5), 1423-1431. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2005.03981.x>.
- Ivancovsky, T., Kurman, J., Morio, H., & Shamay-Tsoory, S. (2019). Transcranial direct current stimulation (tDCS) targeting the left inferior frontal gyrus: Effects on creativity across cultures. *Social neuroscience*, 14(3), 277-285. <https://doi.org/10.1080/17470919.2018.1464505>.
- Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S., & Grafman, J. (1999). The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399(6732), 148. <https://doi.org/10.1038/20178>.
- Koestler, A. (1967). *The act of creation: A study of the conscious and unconscious in science and art*. New York: Dell Publishing Company.
- Kunda, Z., Miller, D. T., & Claire, T. (1990). Combining social concepts: The role of causal reasoning. *Cognitive Science*, 14(4), 551-577. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1404_3.
- Martindale, C. (1999). Biological bases of creativity. *Handbook of creativity*, 2, 137-152.
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220-232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1.
- Shallice, T., & Cipolotti, L. (2018). The prefrontal cortex and neurological impairments of active thought. *Annual review of psychology*, 69. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044123>.

- Starchenko, M. G., Bekhtereva, N. P., Pakhomov, S. V., & Medvedev, S. V. (2003). Study of the brain organization of creative thinking. *Human Physiology*, 29(5), 652-653. <https://doi.org/10.1023/A:1025836521833>.
- Thagard, P., & Aubie, B. (2008). Emotional consciousness: A neural model of how cognitive appraisal and somatic perception interact to produce qualitative experience. *Consciousness and cognition*, 17(3), 811-834. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.05.014>.
- Wu, X., Yang, W., Tong, D., Sun, J., Chen, Q., Wei, D., ... & Qiu, J. (2015). A meta-analysis of neuroimaging studies on divergent thinking using activation likelihood estimation. *Human brain mapping*, 36(7), 2703-2718. <https://doi.org/10.1002/hbm.22801>.

CAPÍTULO 8.

LA ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBRAL Y SU PAPEL EN LA CONDUCTA FLEXIBLE

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Ocampo ÁA. La organización de la corteza cerebral y su papel en la conducta flexible. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 211-248.

LA ORGANIZACIÓN DE LA CORTEZA CEREBRAL Y SU PAPEL EN LA CONDUCTA FLEXIBLE

Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

Este capítulo comenta la relación entre la corteza cerebral como red biológica compleja y la acción flexible que ubica al ser humano más allá de patrones rígidos para la acción, cómo, por ejemplo, la capacidad selectiva característica de los procesos atencionales, la versatilidad de la memoria operativa y la variabilidad implicada en algunas formas de conducta divergente. Para ello se revisan algunos aspectos evolutivos propios de la corteza, su constitución citoarquitectónica, el concepto de laminaridad, la mediación aportada por algunos neurotransmisores y la organización modular que asume la columna cortical como unidad de cómputo que define una forma diferente de conectividad en la denominada conducta flexible. Por último, se aborda de manera general la interacción entre el entorno externo, la percepción y los procesos asociativos relacionados con las representaciones neurales que inciden en el sistema de acción.

INTRODUCCIÓN

La corteza cerebral puede definirse como una estructura complejamente interconectada con ella misma, con estructuras subcorticales y con el ambiente a través de receptores sensoriales. Esta conectividad le permite establecer un “diálogo” integrado entre las partes dominantes que corresponden al tejido cortical y las estructuras subcorticales que se conectan con ella de manera compleja.

En términos evolutivos, es posible reconocer en la corteza cerebral diversos niveles de organización que van desde cortezas más primitivas, hasta cortezas más nuevas o derivadas. La neocorteza (o corteza eulamivada) cuenta con

una disposición en 6 láminas (hexalaminar) y corresponde al nivel evolutivo más elevado de organización cortical. Esto significa que pertenece a la porción más nueva y más extensa que compone los hemisferios cerebrales y que se encuentra relacionada con las funciones mentales superiores. Hacia el otro extremo evolutivo, en la corteza cerebral se describen estructuras vestigiales que son testimonio de territorios filogenéticamente más arcaicos que hacen parte de la historia evolutiva de encéfalo. La denominada alocorteza corresponde a corteza muy primitiva, en la que tanto la arquicorteza (relacionada con estructuras hipocampales) como la paleocorteza (que hace parte de la corteza olfatoria) serían ejemplos característicos. A diferencia de la neocorteza, los tipos corticales correspondientes a la alocorteza se presentan en una configuración que puede estar constituida por tres a cinco láminas (por ejemplo, en el hipocampo existe una organización cortical dispuesta en tres láminas).

También se reconocen ciertas estructuras corticales de transición evolutiva que se denominan mesocorteza. Un ejemplo de estructuras mesocorticales corresponde a la parte anterior del giro del cíngulo. Este tipo de corteza transicional “sugiere” que los cambios evolutivos no son abruptos, es decir que, no pasamos de una paleocorteza directamente a una neocorteza, sino que hay evidencias de un territorio intermedio entre esas cortezas que constituyen nuestro cerebro (Bustamante, 2016; Escobar y Pimienta, 2016; Snell, 2014).

Ciertamente, el aspecto heterogéneo de la corteza se perfila como un registro silencioso del impacto de los mecanismos evolutivos sobre el sistema nervioso. De este modo, puede afirmarse que este tipo de organización, facilita nuestra comprensión de la posibilidad que tiene la corteza de lograr un funcionamiento integrado entre porciones que son evolutivamente más antiguas y aquellas regiones que son filogenéticamente más nuevas.

Desde la perspectiva evolutiva, se asume que el tejido cortical experimentó un desarrollo progresivo de sus áreas desde dos corrientes organizadoras que resultaron esenciales para entender su estructuración (arquicorteza y paleocorteza). De esta manera, se supone que el desarrollo filogenético de la corteza requirió de cambios sucesivos que implicaron la constitución y el paso desde estructuras perialocorticales (pAll) a estructuras proisocorticales (Pro), para luego hacer posible el surgimiento de estructuras más deri-

vadas representadas por la isocorteza o cortezas eulaminadas²⁴ (Dart, 1934; Pandya y Yeterian, 1985; Sanides, 2013). La corteza cerebral en los primates habría sido el resultado del desarrollo de dos patrones de organizativos. El primer patrón se supone que tuvo su origen en lo que hoy conocemos como *Formación Hipocampal* y presenta un predominio de células piramidales, ligado a un desarrollo en sentido medial-dorsal-lateral. El segundo patrón probablemente se originó a partir de las denominadas cortezas olfatorias y se caracteriza por un predominio de células granulares, ligado a un desarrollo en sentido ventro-lateral. A partir de su *génesis* se puede describir la CPF como un arreglo de territorios muy diversos constituido por tramos caracterizados por presentar de cuatro a seis capas (incluyendo láminas disgranulares y granulares) y sujeto a diversos niveles de diferenciación laminar.

En este sentido, para entender el surgimiento de la corteza cerebral es necesario reconocer la progresión evolutiva, sintetizada en las tendencias biológicas que acaban de describirse; las cuales sugieren un origen dual de la organización cortical. Al parecer estas dos corrientes organizadoras habrían culminado en la estructuración de las áreas que finalmente contribuyen al sistema sensorio-motor y a las funciones ejecutivas propias de la CPF (Pandya, Petrides y Cipolloni, 2015), que como sistemas resultan esenciales para aproximarse a la comprensión de la conducta flexible y la cognición creativa en el humano.

En su estado adulto y como fruto del desarrollo ontogenético y social, la corteza cerebral presenta un patrón de conectividad bastante intrincado. No obstante, mantiene una lógica interna a la que se hará alusión de manera general a lo largo del capítulo. En este sentido, puede afirmarse que la corteza cerebral se conecta con ella misma a través de fibras asociativas que proceden ipsilateralmente y por medio de fibras comisurales que comunican áreas homólogas de ambos hemisferios de manera contralateral (un ejemplo de estas últimas lo constituye el cuerpo caloso). Evidentemente, también establece conexiones con estructuras subcorticales, como por ejemplo el tálamo, el estriado y las estructuras del tallo (a saber, mesencéfalo, protuberancia y médula oblongada) (Ver figura 34).

24 Las cortezas derivadas hacen referencia a los territorios del manto de sustancia gris que recubre los hemisferios cerebrales que se caracterizan por ser nuevos filogenéticamente, por lo que también se les denomina neocorteza o cortezas eulaminadas (presentan un arreglo laminar dispuesto en seis capas corticales).

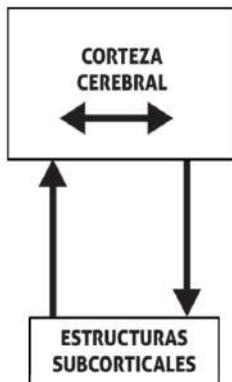


Figura 34. Esquema general de conectividad de la corteza. El grosor de las flechas hace referencia a la menor o mayor cantidad de fibras que participan en la conectividad entre las diversas regiones. La flecha gruesa a nivel de la corteza indica una mayor cantidad de procesos axónicos que tienen lugar entre regiones de la misma constituyéndose como fibras cortico-corticales.

Fuente: Elaboración propia.

Resulta importante mencionar que la mayoría de los axones que aportan aferentes a la corteza proceden de la misma corteza. Este hecho sustenta (desde una aproximación neuroanatómica) la idea de acuerdo con la cual cada ser humano ha ido construyendo su mundo interior con la contribución de procesos asociativos. Lo anterior, genera una serie de implicaciones interesantes ya que sugiere que el ser humano recibe del mundo exterior (entorno y contexto) un monto reducido de *inputs* y, con esa pequeña pero importante cantidad de información (que está marcada por las fibras aferentes) cada sujeto elabora su propia historia, su manera particular de organizar la percepción y los matices de su individualidad.

La corteza es una estructura extensa de más o menos unos 2200 centímetros cuadrados. Su apariencia convoluta posiblemente se debe a una estrategia evolutiva basada en múltiples plegamientos sobre sí misma, lo cual hace posible que pueda “habitar” en una bóveda craneal pequeña, en relación con la masa cerebral que contiene y con su gran poder de procesamiento cognitivo. Se ha podido evidenciar que un tercio de la cantidad total de la corteza cerebral se encuentra sobre las crestas de las circunvoluciones

y los otros dos tercios se hallan ocultos en la profundidad de los surcos. Esto significa que es mayor la cantidad de corteza que está escondida a la vista, que la que está expuesta a una apreciación ligera y gruesa (Escobar y Pimienta, 2016).

Aparte de sus funciones senso-perceptivas y motoras, a la corteza se le atribuyen muchas funciones de orden superior. Así, para comprender mejor su impacto funcional es necesario considerar una serie de mecanismos involucrados en procesos como la atención, el aprendizaje, el lenguaje, la resolución de problemas, la memoria operativa, las emociones, la flexibilidad cognitiva y muchos dispositivos neurales que resultan fundamentales para la adaptación del ser humano al medio ambiente y al mundo social-simbólico.

Específicamente, se reconoce que la corteza prefrontal (CPF) desempeña una función primordial en la organización del comportamiento, los actos lingüísticos y el procesamiento cognitivo. En este sentido, la CPF se involucra en los procesos cognitivos complejos, la toma de decisiones, la planeación, la memoria de trabajo, el control emocional, los procesos motivacionales y la cognición social (Pandya, Petrides y Cipolloni, 2015).

En los primates, la corteza prefrontal (CPF) está constituida por tres regiones anatómicas importantes: lateral, medial, y ventral (ver figura 35). Estas tres regiones prefrontales se involucran en aspectos esenciales para el despliegue de los procesos psicológicos complejos. La superficie medial y la región anterior del cíngulo están involucradas en el *drive* y en la motivación, mientras que a la región lateral se le involucra con la memoria de trabajo y a la región ventral u orbitaria (en cierta medida también la región medial) se le vincula con mecanismos que ejercen control inhibitorio sobre los impulsos comportamentales y sobre la interferencia asociada a los procesos atencionales (Fuster, 2014b).

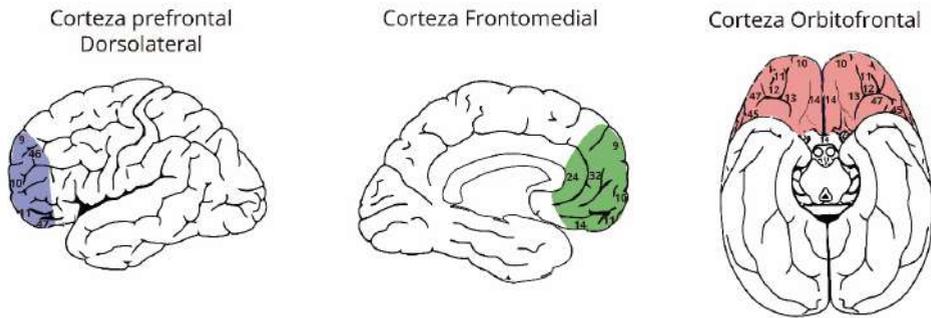


Figura 35. Regiones de la corteza prefrontal. Se muestran las tres caras de la corteza prefrontal (corteza dorsolateral, corteza frontomedial y corteza orbitofrontal). Los números corresponden a la delimitación de las áreas citoarquitectónicas propuestas por Brodmann.

Fuente: Basado en Ardila & Ostrosky (2012).

En términos citoarquitectónicos, la CPF está conformada por las áreas 9, 10, 11, 12/47, 13, 14 y 46 en las caras lateral, medial y orbitaria (ver figura 35). Se ha vinculado a las regiones ventro-laterales de la corteza prefrontal en el despliegue del pensamiento flexible que es un requisito importante para la cognición creativa (Ryman et al., 2019). Concretamente, se han reportado cambios favorables. Se ha demostrado que posterior a la aplicación de estimulación transcraneal en la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) se aumenta de manera efectiva el pensamiento verbal tanto de tipo divergente como convergente (Peña, Sampredo, Ibarretxe-Bilbao, Zubiaurre-Elorza & Ojeda, 2019).

Por otro lado, al igual que las demás regiones corticales, las áreas prefrontales están constituidas por columnas o módulos que son determinados por las aferentes corticocorticales ipsilaterales y comisurales. Particularmente, la hipótesis columnar de la corteza fue propuesta por Mountcastle (1997), sin embargo, Szentagothai (1983) propuso un modelo de módulos corticales que define estos complejos morfofuncionales a partir de tres componentes: 1) Las aferencias del módulo y las eferencias desde el módulo se orientan hacia otros territorios de la corteza; 2) los componentes morfofuncionales del módulo, caracterizados por sus neuronas excitatorias e inhibitorias; 3) el patrón de conectividad intrínseco del módulo que tiene lugar entre las “especies” neuronales que lo constituyen (ver figura 36). Las columnas

corticales se alternan en su disposición y se consideran esenciales en la integración interhemisférica de la información.



Figura 36. Representación básica de una columna cortical. Esta configuración vertical es la base de propuesta modular de la corteza cerebral.

Fuente: Figura elaborada por el autor del presente libro.

Como red de procesamiento neural, la CPF estaría también definida por las amplias conexiones desde el núcleo dorsomediano del tálamo que se constituiría como una de las aferencias fundamentales integrada a los mecanismos relacionados con los procesos cognitivos de alto nivel (Goldman-Rakic y Porrino, 1985).

En su particularidad, la CPF se constituye como la corteza de asociación del lóbulo frontal y se implica en la conformación de mecanismos fundamentales para el pensamiento imaginativo, principalmente a partir de las regiones frontopolares y de la corteza dorsolateral (Baddeley, 1990; Diamond, Kirkham y Amso, 2002; Ramnani y Owen, 2004). De esta manera, participa en mecanismos neurales relacionados con la cognición creativa como lo son el control inhibitorio, la fluidez ideativa, la memoria operativa, la simbolización, el pensamiento divergente y la interacción social, cuando se implica en redes biológicas complejas con regiones posteriores de la corteza y con estructuras subcorticales.

ORGANIZACIÓN CITOARQUITECTÓNICA Y LAMINARIDAD CORTICAL

Es posible encontrar dos tipos de arreglos como base estructural de la organización neuronal del sistema nervioso. El primero hace alusión a que los cuerpos de las neuronas se configuran conformando núcleos o conglomerados neuronales, como se puede observar en el tálamo, el putamen y en general en los núcleos de la base. El segundo tipo de arreglo, se reconoce en otras células que se encuentran dispuestas en láminas, como se ha podido observar en la corteza cerebral o en la corteza cerebelosa.

En términos generales, puede afirmarse que la corteza cerebral está organizada en láminas, esto significa que las células que la componen se distribuyen en un arreglo horizontal que es paralelo a la superficie pial (ver figura 37).

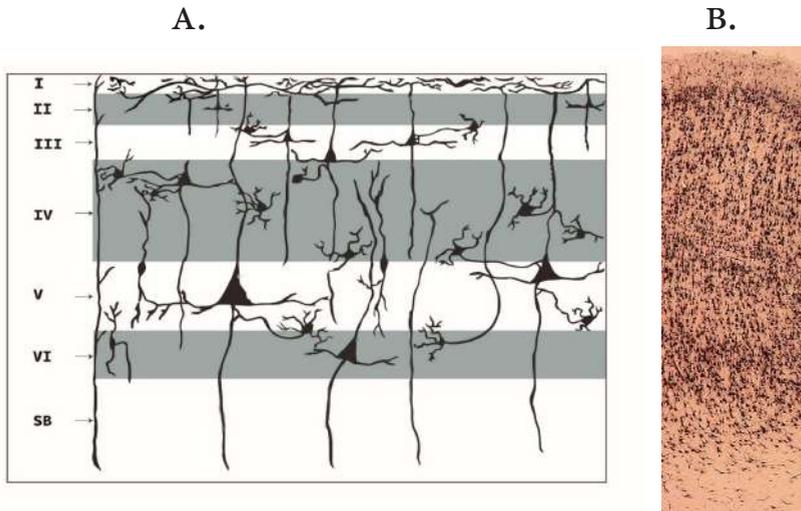


Figura 37. A. Organización laminar de la corteza. Arreglo hexalaminar (seis láminas) de la estructura neocortical donde se muestra la distribución estratificada de los somas de las diversas neuronas que conforman las capas corticales. B. Fotografía del área 11 del hemisferio derecho de humano preparada con NeuN.

Fuente: Figura elaborada por el autor del presente libro y Fotografía del área 11 del hemisferio derecho de humano cortesía del Centro de Estudios Cerebrales-CEC.

En este sentido, es importante mencionar que se han descrito diversos tipos neuronales que aportan a la constitución compleja de la corteza cerebral. Esas células nerviosas son básicamente de dos tipos: células piramidales o principales (excitatorias) y células no piramidales o interneuronas (inhibitorias). La célula piramidal es la neurona excitatoria por excelencia y constituye el 80% de las neuronas de la corteza cerebral, mientras que las interneuronas aportan aproximadamente el 20% de las células que conforman esta compleja estructura (Eccles, 1984). (Ver figura 38).

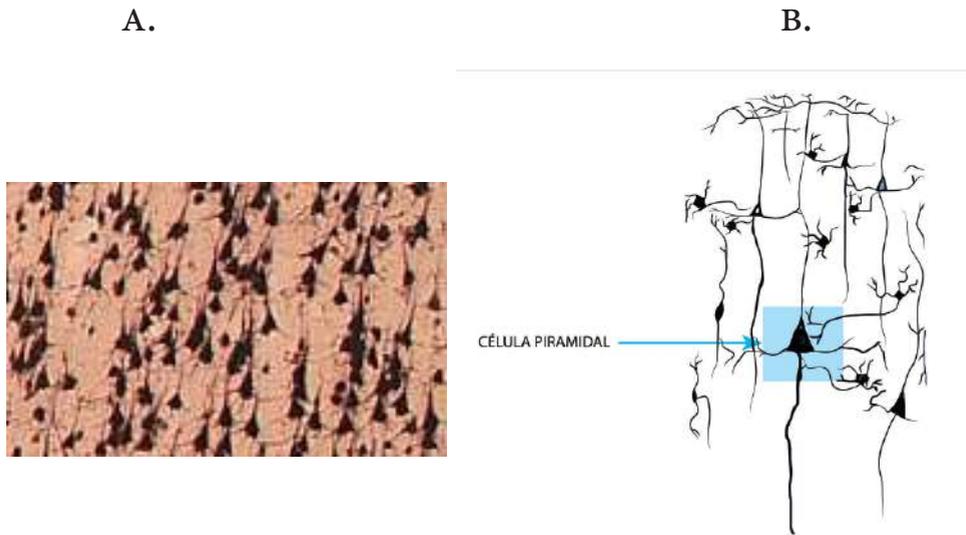


Figura 38. A. Fotografía de neuronas piramidales del hemisferio derecho de humano preparada con NeuN. Este tipo de neurona cuyo soma luce triangular, realiza maniobras excitatorias en las diversas sinapsis corticales en las que se involucra liberando Glutamato.. **B.** Dibujo que delimita una neurona piramidal, su soma aproximadamente triangular, así como los diversos procesos que se derivan a partir del mismo (arborización dendrítica y axónica).

Fuente: Fotografía de la corteza prefrontal del hemisferio derecho de humano cortesía del Centro de Estudios Cerebrales-CEC y figura elaborada por el autor del presente libro.

Dentro de las neuronas no piramidales, se encuentran i) las células Horizontales de Cajal, ii) las células en Cesta, iii) las células de Doble

Bouquet, iv) las células en Candelabro, v) las células Neurogliaiformes, vi) las células de Martinotti y vii) las células Fusiformes (Kubota, Karube, Nomura y Kawaguchi, 2016; Mihaljević, et al., 2015). Ver figura 39.

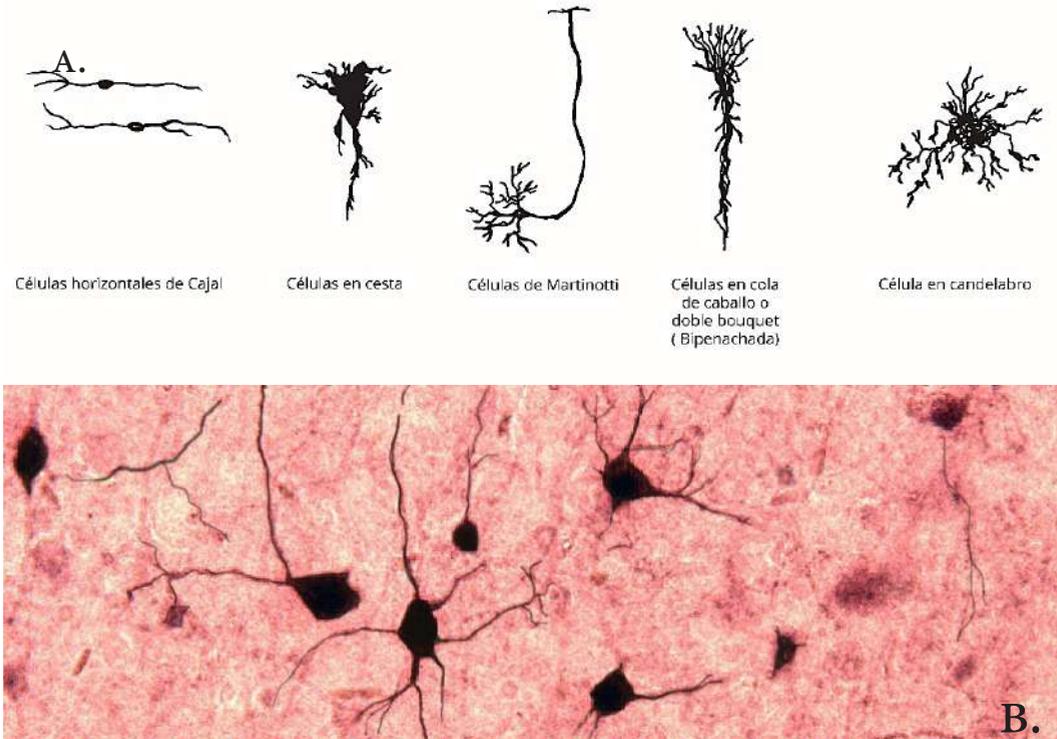


Figura 39. A. Dibujo de algunas interneuronas. Este tipo de neuronas no-piramidales, por lo general, realizan maniobras inhibitorias en las diversas sinapsis corticales en las que se involucran. **B.** Fotografía del área 9 del hemisferio derecho preparada con CB.

Fuente: Figura elaborada por el autor del presente libro y Fotografía del área 9 del hemisferio derecho de humano cortesía del Centro de Estudios Cerebrales-CEC.

En cierta medida podría afirmarse que el eje de la organización de la corteza es la neurona piramidal, ya que las interneuronas se acomodan alrededor de esta para realizar maniobras inhibitorias en diferentes sitios de su estructura. Dentro de las células piramidales es posible encontrar neuronas de diversos tamaños, como pequeñas, medianas, grandes y gigantes. Estas células, cuentan con una dendrita apical que se orienta verticalmente hacia láminas superiores y dendritas basales que se originan a partir de la región lateral del soma y se disponen horizontalmente.

El cuerpo de la célula piramidal presenta una morfología aproximadamente triangular y de su base (o de la región proximal de una dendrita basal) parte la fibra axónica. De acuerdo con el tamaño de la célula piramidal, el axón puede profundizarse en la corteza, o por el contrario, si se trata de células piramidales de proyección (Golgi Tipo I) como es el caso de las células gigantes de Betz (ubicadas en la corteza motora primaria), su fibra axónica puede proyectarse a estructuras subcorticales (como por ejemplo el estriado, el tálamo, el tallo y la médula espinal). Se han descrito axones que pueden presentar una extensión de hasta un metro de longitud.

Por lo antes mencionado, es evidente que hay una relación entre el tamaño del cuerpo celular y la longitud de su proceso axónico. Así, una célula que presenta un cuerpo grande, en general, estaría dotada de un axón también largo. Por tal razón, cuando se determina que una célula cuenta con un soma (pericarion) de gran tamaño, este hecho puede indicarle al investigador en neurociencias que esa célula tiene la capacidad de establecer contactos sinápticos con estructuras ubicadas a una distancia considerable de su punto de origen (Barbas, 2015; Escobar y Pimienta, 2016).

En cuanto a las interneuronas Golgi Tipo II, debido a que su axón se resuelve en la corteza, se conoce que pueden establecer sinapsis sobre distintas regiones de la célula piramidal: 1) la dendrita de la célula piramidal, 2) la espina dendrítica, 3) el cuerpo, o incluso 4) el segmento inicial del axón. Uno de los tipos de neurona no piramidal lo constituyen las células horizontales de Cajal-Retzius que se encuentran en la capa molecular. Estas células cuentan con un cuerpo mediano y fusiforme que extiende sus procesos dendríticos y su axón paralelamente a la superficie pial, sin abandonar la lámina donde se encuentra su cuerpo (Capa I). Las células Horizontales de Cajal no se describen mucho en la corteza cerebral del adulto. Cabe destacar que una característica importante de este tipo de interneuronas tiene que ver con que durante el desarrollo envían señales al resto de las neuronas que facilitan los procesos de migración celular. Estas formas de señalización en las que participan las células Horizontales de Cajal, contribuyen a que las neuronas puedan ocupar el sitio definitivo que tendrán en el sistema nervioso. De este modo, puede afirmarse que la orientación de la organización de la corteza durante el neurodesarrollo, en gran medida está comandada por las células Horizontales de Cajal y cuando, por alguna razón, estas no envían sus señales adecuadamente, la corteza se puede formar de manera anómala (por ejemplo, pueden generarse ectopías en la corteza). En algunas clasificaciones de células intrínsecas o células tipo II de Golgi se prescinde de la referencia

a las neuronas de Cajal-Retzius de la lámina I puesto que su descripción y significado se encuentran eminentemente relacionados con el desarrollo embrionario y no corresponden representativamente a la estructura de la neocorteza en el adulto (Valverde, 2002).

Por su parte, la célula de Martinotti, cuyo soma se encuentra en las láminas V o VI, envía su axón a la lámina I y hace sinapsis con los procesos de las células Horizontales de Cajal. Este tipo celular, generalmente establece contactos sinápticos de tipo inhibitorio con el penacho de la dendrita apical de células piramidales ubicadas en la lámina piramidal interna pero que dirigen su dendrita apical hasta el territorio de la capa molecular (lámina I). Considerando que i) las dendritas apicales se configuran en fascículos que forman distribuciones tipo panal (Escobar, et al., 1986); y ii) que las regiones más distales de las dendritas contiene mayor cantidad de espinas (por lo que estos lugares cuentan con mayor presencia de sinapsis excitatorias), la “preferencia” que presentan los axones de las células de Martinotti a establecer sinapsis GABAérgicas (inhibitorias) en los penachos de las dendritas apicales de las células piramidales, se constituye como un mecanismo de veto importante en las sinapsis de inervación dual que contienen tanto contactos excitatorios como inhibitorios establecidos sobre una misma espina dendrítica (Kubota, Karube, Nomura y Kawaguchi, 2016).

Las denominadas células en cesta se distribuyen a nivel de toda la corteza, preferencialmente en la lámina IV, que es una estructura que recibe aferencias provenientes de los núcleos talámicos. Este tipo de neuronas expresa el neurotransmisor GABA (como la mayoría de las interneuronas) estableciendo una serie de contactos de orden inhibitorio con las células piramidales. Investigaciones realizadas con sujetos epilépticos han descrito alteraciones significativas en la cantidad de contactos sinápticos inhibitorios generados por la célula en cesta en relación con las neuronas principales que afectan los focos epileptogénicos (De Felipe, et al., 2001; LeVay, 1973; Marco, et al., 1996).

Existe otra clase de interneurona denominada célula bipenachada y que también fue descrita por Cajal como *cellule a double bouquet*, cuyo cuerpo es mediano y fusiforme. Tal como su nombre lo indica, despliega dos penachos dendríticos frondosos orientados de manera ascendente y descendente, organizándose en la corteza en sentido radial (vertical) y ramificando su axón para establecer contactos sobre las diferentes láminas corticales. Presenta abundantes colaterales axónicas que se distribuyen entre las láminas II y V efectuando maniobras GABAérgicas.

Por otra parte, las llamadas células en Candelabro están ubicadas en diferentes sitios de la corteza y distribuyen su proceso axónico de manera horizontal estableciendo contactos inhibitorios sobre el segmento inicial del axón de la neurona piramidal. Es importante señalar que esta célula presenta un arreglo particular en su ramificación axónica la cual se encuentra configurada como un cartucho de diversos botones terminales dispuestos para liberar GABA sobre la membrana postsináptica del segmento inicial del axón. Algunos estudios sobre esquizofrenia sugieren que estos pacientes presentan un déficit a nivel de la inhibición llevada a cabo por parte de las células en candelabro, por lo que la información de la neurona principal no estaría siendo regulada en su última instancia (segmento inicial del axón). Por tal razón, el pensamiento del paciente con esquizofrenia se caracteriza por no disponer de una meta o un foco específico, esto se refleja en los fallos significativos a nivel de la memoria de trabajo (Lewis, Curley, Glausier y Volk, 2012).

En síntesis hay células no piramidales que realizan contactos sobre la dendrita apical (como las células de Martinotti y las células neurogliaformes que tienen como objetivo sináptico sobre todo el penacho de la dendrita apical), otras lo hacen sobre el soma (como las células en cesta que generan un *canasto perisomático* alrededor del cuerpo de la neurona piramidal) y otras despliegan un cartucho en el segmento inicial del axón de la neurona principal (como las células en candelabro), siendo estas últimas muy importantes porque son las que realizan el “último intento” de regulación de la actividad de la neurona piramidal (Kubota, Karube, Nomura y Kawaguchi, 2016).

Haciendo referencia a la organización laminar de la corteza, mediante una serie de técnicas basadas en colorantes básicos y tinciones químicas, se ha encontrado que los cuerpos de las neuronas se distribuyen de manera horizontal perfilando la variedad de estratos corticales que se conocen como capas. Esta configuración de las neuronas en la corteza, de alguna manera puede suministrar información acerca de las funciones que desempeñan. Ciertamente, considerando i) la ubicación de las células en las capas, ii) la amplitud o el espesor de las láminas, y iii) el tamaño neuronal, se pueden inferir una serie de aspectos funcionales relevantes. Por ejemplo, en la corteza somatosensorial la capa IV es más amplia que en cortezas motoras y presenta muchas interneuronas que establecen una serie de contactos con fibras provenientes del tálamo. Estas particularidades sugieren que la organización laminar de la corteza no es homogénea, sino que, 1) dependiendo del sector dónde se ubican determinados tipos neuronales y 2) las funciones en las que

se involucra, puede llegar a observarse una variación en cuanto al tamaño y la densidad de las células que la constituyen. Así, las cortezas que hacen parte de áreas sensoriales primarias (áreas 3, 1 y 2 de Brodmann) presentan una lámina IV amplia. Por el contrario, en el área motora primaria (área 4 de Brodmann) puede evidenciarse que la capa IV es menos densa; mientras que la lámina V donde se ubican las neuronas piramidales gigantes de Betz es más amplia (Escobar y Pimienta, 2016; Bustamante, 2016; Snell, 2014).

La primera lámina de la corteza se corresponde con la capa molecular o lámina I (también se le conoce como capa plexiforme) y como ya se mencionó contiene gránulos y células Horizontales de Cajal. La lamina II se denomina granular externa o de pequeñas pirámides. En ella se encuentran también interneuronas y células piramidales pequeñas. Estas piramidales pequeñas presentan una dendrita apical que asciende a la lámina molecular y un axón que se profundiza en la corteza. La lámina III corresponde a la capa piramidal externa. Allí se encuentran células piramidales pequeñas y medianas de manera estratificada. Sus dendritas apicales ascienden atravesando la capa II y llegan hasta la lámina I, mientras que su axón desciende dentro de la corteza.

Seguidamente, como punto de referencia intermedia se describe la lámina IV. Ésta cuenta con diversas interneuronas, incluyendo las espinosas estrelladas²⁵, que establecen conexiones con las dendritas apicales provenientes de las neuronas piramidales ubicadas en la capa V o VI y axones que traen información del tálamo. Cabe aclarar que la información visual que llega a la corteza proveniente del tálamo, lo hace de dos maneras: i) de manera específica a la lámina IV y ii) también el tálamo aporta fibras a la corteza de manera inespecífica. Esta característica de las fibras tálamo-corticales en el

25 Además de las células en cesta y las células bipenachadas, que se reconocen como sub-tipos de células estrelladas, otra “especie” de células no piramidales lo constituyen las Estrelladas Espinosas, que son de carácter excitatorio y se ubican en la lámina granular interna (LIV). Hasta hace poco, se creía que las células que tienen espinas eran neuronas eminentemente piramidales. No obstante, esta particularidad también se halla presente en las células Estrelladas Espinosas, que como su nombre lo indica, contienen protrusiones citoplasmáticas denominadas espinas. La particularidad señalada tiene que ver con que se trata de un tipo de interneurona que tiene espinas y que además es excitatoria, ya que hasta el momento se aceptaba que solo las interneuronas eran de naturaleza GABAérgica. Así, ésta Espinosa mediana es la única interneurona excitatoria y presenta una particularidad adicional, está ubicada en la capa IV, lo cual implica que sobre ella están llegando la mayoría de las aferencias procedentes del tálamo (Escobar y Pimienta, 2016).

contexto de la vía visual significa que la inervación talámica inespecífica a la corteza, no sólo implica la lámina IV como objetivo, sino a todas las demás láminas. Particularmente, las aferencias talámicas que reciben las células estrelladas espinosas son específicas. Si se toma como punto de referencia el procesamiento visual, estas fibras tálamo-corticales específicas que hacen sinapsis sobre las estrelladas espinosas de la lámina IV realizarían una contribución a la discriminación de lo que se está mirando (posiblemente un objeto). De esta manera, cuando las fibras tálamo-corticales llegan de manera específica a la capa granular interna, lo hacen visuotópicamente, es decir que le permiten al sujeto discriminar perfectamente la imagen. Por otro lado, las fibras tálamo-corticales inespecíficas contribuyen a que la imagen percibida se pueda poner en contexto (Escobar y Pimienta, 2016). En pocas palabras, estas últimas ayudan a completar el panorama visual, ya que el sujeto no puede estar mirando específicamente un objeto sin percibir el resto del campo visual. Esto sugiere que el componente inespecífico es el que complementa la percepción del campo visual.

Siguiendo este derrotero lógico, descendiendo hacia el territorio infragranular, se encuentra la lámina V o piramidal interna²⁶. Ésta capa contiene neuronas piramidales grandes y gigantes de Betz (estas últimas como una particularidad de la corteza motora primaria, área 4 de Brodmann) que requieren una capacidad de proyección significativa. Desde esta lámina se originan una serie de eferencias que se orientan a regiones del estriado, el tallo cerebral o la médula espinal. Este contingente de fibras resulta fundamental para dirigir la ejecución de programas motores.

Seguidamente y en la profundidad de la corteza cerebral, se ubica la lámina VI (también conocida como lámina fusiforme o capa de las células multiformes). Allí se encuentran neuronas grandes con cuerpos de diversa morfología y que pueden enviar sus axones a capas superiores, como por ejemplo la lámina molecular en el caso de la célula de Martinotti. Además, las células piramidales modificadas que se ubican en esta capa establecen una comunicación muy importante con el tálamo por medio de axones que se incorporan a la sustancia blanca como fibras de proyección. En lo concerniente a las interacciones que tienen lugar entre la lámina multiforme (LVI) y el tálamo resultan esenciales para la constitución de los circuitos de retroalimentación cortico-tálamo-tálamo-cortical. Especialmente, se

26 Algunos autores se refieren a ésta lámina como capa ganglionar (Bustamante, 2016; Valverde, 2002).

resalta la función de las denominadas células piramidales modificadas, cuya actividad contribuye a la regulación que realiza la corteza sobre las entradas de información que provienen de regiones subcorticales y al establecimiento de un balance de estos inputs (Escobar y Pimienta, 2016). Estas interacciones son determinantes en el interjuego entre la corteza frontal y los núcleos talámicos (mediado por las neuronas de la lámina VI) en procesos como funciones ejecutivas y más específicamente en las habilidades inherentes al control atencional (Barbas, 2015).

En términos generales, se puede decir que los contingentes de fibras relacionados con la corteza se estructuran dentro de una lógica compleja pero organizada. De las láminas II y III se originan una serie de fibras axónicas (procedentes del soma de pequeñas y medianas células piramidales) que se profundizan en la corteza, pero no la abandonan. Las células piramidales de láminas supragranulares, son las que van a generar las fibras asociativas o las fibras comisurales, cuya función es fundamental para los procesos de integración que “lidera” la corteza. Estas fibras trascurren por los estratos de la corteza, pero se conectan con estructuras corticales vecinas (en el caso de las fibras asociativas) terminando en las regiones de la corteza que finalmente van a conectar. Respecto a la lámina IV (que es una lámina granular), es importante convenir que se ubica dividiendo la neocorteza en las capas que están por encima de ella, que corresponden a las láminas supragranulares y las que están por debajo de ella, que corresponden a las capas infragranulares.

De esta manera, se puede decir que las fibras asociativas y las comisurales se originan en las láminas supragranulares y las fibras de proyección se originan en las láminas infragranulares. Lo anterior implica que estas últimas abandonan la corteza (Escobar y Pimienta, 2016). Por ejemplo, las fibras de proyección que se originan específicamente en estratos superiores dentro de la misma capa V se dirigen a los núcleos de la base, mientras que las fibras de estratos intermedios de esta misma capa se orientan hacia el tallo cerebral y aquellas que emergen de sus estratos inferiores se proyectan a sectores distantes en la médula espinal. Por su parte, las células de la lámina VI se proyectan exclusivamente al tálamo, lo cual implica que, si se observa al microscopio el tejido cortical post mortem de un paciente que presentó una demencia frontotemporal, podría evidenciarse una destrucción significativa de las láminas supragranulares, situación que sería coherente con el compromiso asociativo y comisural descrito en esta enfermedad lobular neurodegenerativa. Ciertamente, al atrofiarse el componente integrativo

laminar de la corteza cerebral, el resultado se traduce en el compromiso de las capacidades cognitivas y comportamentales del sujeto, mientras que las láminas infragranulares con su contingente de fibras corticofugales se encontrarían más conservadas.

NEUROTRANSMISORES Y ACTIVIDAD CORTICAL

En términos generales, la comunicación entre neuronas tiene lugar a través de la sinapsis y con la mediación de neurotransmisores. Los neurotransmisores pueden comprenderse como sustancias químicas que son liberadas por botones terminales al espacio sináptico y que ejercen un efecto excitatorio o inhibitorio sobre otra neurona. Existen neurotransmisores intrínsecos, es decir que se generan en la corteza y ejercen su acción sobre la misma y sobre estructuras extracorticales, como lo son el GABA, el glutamato y los neurotransmisores peptídicos (colecistoquinina, péptido vasointestinal, neuropéptido Y y somatostatina). Por otra parte, también se han descrito neurotransmisores que son producidos por neuronas cuyos somas se ubican por fuera de la corteza y que se liberan en sinapsis corticales, tales como la acetilcolina, la norepinefrina, la serotonina, la histamina y la dopamina (Escobar y Pimienta, 2016).

En este sentido, vale la pena señalar que la corteza también recibe aferencias del complejo colinérgico magnocelular que le envía acetilcolina (ACh) a la corteza. Al sistema colinérgico se le ha asociado con el mantenimiento de los patrones electroencefalográficos (EEG) de vigilia en la neocorteza. Además, se considera que desempeña una función en los procesos de memoria (manteniendo el nivel de excitabilidad de las neuronas implicadas en estos sistemas). También, se ha planteado que el sistema de fibras que aportan ACh a la corteza tendría un funcionamiento anómalo en el caso de la enfermedad de Alzheimer (además en este tipo de condición neurodegenerativa también habría compromiso de vías glutamatérgicas). Aunque esta enfermedad, además se caracteriza por una serie de cambios histopatológicos muy significativos como lo son las alteraciones del funcionamiento de la proteína Tau, la generación de ovillos neurofibrilares y de placas de betamiloide asociados a procesos de atrofia cortical, así como variaciones a nivel de las fibras axónicas (Bustamante, 2016).

La corteza cerebral también recibe *inputs* provenientes de otros núcleos extracorticales, como por ejemplo el Locus Coeruleus que le envía un

sistema de fibras divergente y que está relacionado con la innervación de norepinefrina a la corteza. Las áreas somatosensoriales primarias reciben este tipo de contactos que contribuyen a la modulación del proceso visual. No obstante, en términos generales toda la corteza es innervada por contactos sinápticos cuyo mediador sería la norepinefrina. Por tal razón, se refiere que el influjo de estas fibras es de naturaleza divergente. Al parecer, las fibras noradrenérgicas están asociadas con el mantenimiento del tono emocional, considerándose que el incremento en la actividad de este sistema podría vincularse con la depresión, mientras que su descenso podría estar relacionado con conductas de sobreexcitación, como las que se presentan en algunas formas de manía (Kolb y Whishaw, 2016).

También se conoce que la corteza recibe *inputs* provenientes de los núcleos del rafe los cuales le aportan contingentes serotoninérgicos que se relacionan con la percepción, el estado de ánimo y con el mantenimiento de los patrones EEG relacionados con el estado de vigilia. El incremento de la actividad asociada a este neurotransmisor se ha vinculado con el trastorno obsesivo compulsivo, mientras que su descenso ha sido relacionado con algunas formas de depresión (Kolb y Whishaw, 2016).

Otras aferencias a la corteza provienen de la sustancia negra de la región mesencefálica y del área tegmental ventral (VTA por sus siglas en inglés) que contribuyen a través de un contingente de fibras dopaminérgicas a la corteza. El sistema dopaminérgico está asociado con el mantenimiento de la conducta motora normal desde la modulación de la actividad de la motoneurona superior. El aumento de la actividad dopaminérgica estaría vinculado con algunas formas de esquizofrenia, aunque no ha podido establecerse una relación causal al respecto (Gonzalez-Burgos, Cho y Lewis, 2015). También, se conoce que la función de las neuronas dopaminérgicas se encuentra comprometida en la enfermedad de Parkinson. Específicamente aquellas neuronas que participan en la vía nigroestriatal son de vital importancia en la comprensión de la sintomatología asociada a este proceso neurodegenerativo. Por otro lado, algunos estudios proponen que la dopamina proveniente de las células de los circuitos mesolímbicos aumenta la actividad global y la de los centros que regulan la conducta (disminuyendo de esta manera el nivel de inhibición latente). Estos efectos podrían incidir en el incremento de la creatividad en la producción ideativa, lo cual ha llevado al planteamiento del modelo trifactorial de la creatividad que involucra estructuras como los lóbulos frontales, regiones del temporal y vías dopaminérgicas mesolímbicas (Flaherty, 2005, 2011, 2015).

Al igual que la norepinefrina y la serotonina, la dopamina es parte de los denominados neurotransmisores extrínsecos (es decir que se sintetizan por fuera de la corteza y se liberan en ella). Estos cumplen una función moduladora, mientras que los neurotransmisores intrínsecos como el GABA y el glutamato, como ya se mencionó, cumplirían funciones inhibitorias y excitatorias respectivamente (Bustamante, 2016; Escobar y Pimienta, 2016).

En este orden de ideas, todos los neurotransmisores monoaminérgicos desempeñan una función muy importante en la modulación del estado de ánimo y de los procesos cognitivos, por ejemplo, en aspectos de la atención como la selectividad e inhibición de estímulos irrelevantes. No obstante, puede decirse que las monoaminas también influyen sobre la actividad tanto de las neuronas piramidales como de las células no piramidales. Particularmente, en la corteza hay sectores motores que requieren de la innervación monoaminérgica, por ejemplo, se reconocen conexiones dopaminérgicas, cuyo blanco involucra la circunvolución precentral (donde se ubica el área 4 de Brodmann), que contribuyen a la regulación de la información que entra a través de las espinas dendríticas de las neuronas piramidales. Así, en el cuello de las espinas se han descrito fibras dopaminérgicas regulando la actividad de la neurona piramidal. En ese sentido, las células dopaminérgicas influyen en la acción de ambos tipos de neuronas (piramidales y no piramidales) modulando la excitación, así como la inhibición, es decir que efectúan un tipo de mediación sobre las interacciones que ocurren entre las dos “especies” neuronales. Por tanto, la acción de las monoaminas no solamente tiene que ver con el procesamiento emocional, ya que también se acepta que influyen en el funcionamiento de áreas tanto motoras como perceptivas. Por ejemplo, en la región de la corteza estriada que colinda la cisura calcarina en el territorio occipital, la innervación serotoninérgica es muy importante constituyendo un aporte clave para el trabajo de la corteza visual primaria.

Por otro lado, si se llevara a cabo una prueba para enfatizar la importancia de las monoaminas en diversos procesos modulatorios más allá del estado de ánimo, resecaando una porción de la corteza frontal (en un sujeto postmortem) y realizando tinciones para monoaminas, se podría anticipar que este tipo de neurotransmisores se encontrarían innervando toda la corteza frontal (incluyendo regiones frontales límbicas, ejecutivas y motoras). Lo anterior sugiere que la corteza siempre va a contar con un ambiente glutamatérgico aportado por las células piramidales y con un entorno caracterizado por maniobras gabaérgicas liderado por las interneuronas. Sin embargo, para

que este sistema fisiológico glutamatérgico preeminente funcione de manera óptima, requiere del apoyo de las monoaminas. Efectivamente, cabe aclarar que las monoaminas por si mismas no se encargarían de modular la actividad de la corteza, ya que es la misma corteza que a través de fibras corticofugales influye sobre los núcleos que generan norepinefrina, serotonina y dopamina, convocando al locus coeruleus, a los núcleos del rafé, a la sustancia nigra y a la VTA para que liberen sus aportes de estos neurotransmisores “arriba” en la corteza.

Por esta razón, se afirma que esas neuronas no son las responsables de los sentimientos, es todo el cerebro o mejor todo el sujeto en interacción. En un porcentaje alto las neuronas monoaminérgicas influyen sobre el despliegue de las emociones que emergen de la corteza, pero esos neurotransmisores (o estas neuronas que sintetizan monoaminas) solo se perfilan como otro ingrediente fundamental para movernos a pensar, a sentir y por qué no a crear.

Evidentemente, cada neurona en particular es poco “racional”, lo que la hace “inteligente” es la interacción. Por esa razón, no se les puede asignar un papel causal o explicativo en lo que respecta a un evento complejo a un neurotransmisor, ya que los neurotransmisores no son centros ejecutivos que generan X o Y fenómeno. De esta manera, estos mediadores moleculares deben entenderse como eslabones de una red intrincada de interacciones y regulada jerárquicamente desde dinámicas neurológicas complejas.

En este punto resulta esencial abordar la tendencia que tiene la corteza para constituir redes biológicas probabilísticas (evanescentes) como una ventaja adaptativa que le confiere una gran capacidad de cómputo, de acción y de regulación (Llinás, 2003). Esta condición favorece la distribución del trabajo en el sistema nervioso y permite que la actividad de las neuronas especializadas sea firme en tanto están acompañadas por otras. De este modo, se puede concebir la conectividad como un fenómeno de reclutamiento entre sistemas excitatorios e inhibitorios que interactúan con sistemas modulatorios, cuyo papel no es excitar ni inhibir, sino más bien garantizar que lo que se está excitando se encuentre en la óptima condición de excitabilidad. Por ejemplo, los circuitos asociativos cortico-corticales son glutamatérgicos, pero si no cuentan con el aporte óptimo de norepinefrina, la capacidad de atención necesaria para desarrollar un pensamiento se encontraría lentificada. ¿Por qué ocurriría esta ralentización del flujo del pensamiento? Podría decirse que, en parte porque al sistema neural complejo que genera las ideas, le faltaría el aporte realizado por la

norepinefrina. De esta manera, es importante aclarar que a partir de este razonamiento no se puede concluir que la norepinefrina es la precursora del pensamiento. Lo que sí es se puede plantear es que la norepinefrina resulta importante para la actividad mental ágil. Es decir que la norepinefrina hace lo que hace, porque interactúa en el escenario de circuitos cortico-corticales que son glutamatérgicos.

No obstante, es fundamental que el pensamiento tenga un límite en el tiempo, sino perseveraríamos en el mismo flujo de ideas. Para evitar esta perseveración no deseada, se hace necesario contar con sistemas inhibitorios que envíen órdenes con el mensaje de: “ya es suficiente el nivel de actividad mental”. Ahí es donde interviene el sistema GABAérgico. Sin embargo, todos estos eventos metabólicos y eléctricos tienen lugar dentro de una dinámica de interacción compleja.

Recapitulando un poco, en primer lugar, se mencionó que las monoaminas que se liberan en el territorio cortical, lo hacen por solicitud de la corteza, o sea que la corteza cuenta con proyecciones a esos núcleos para “demandar” los neurotransmisores que se van a liberar en ella. Corriendo el riesgo de resultar un poco reduccionistas, puede decirse que la corteza “pide” la gratificación motivacional y decanta la selectividad de los estímulos.

En este punto, resulta importante aclarar que la mayor parte de lo que desciende de la corteza por medio de fibras de proyección no se trata de fibras implicadas en nuestro movimiento, ya que estas vías descendentes hacen referencia más bien a mecanismos de control. Se trata de circuitos que: i) arrancan en la corteza, pasan por el estriado, y vía tálamo se devuelven a la propia corteza o de: ii) circuitos que salen de la corteza, van al puente y de allí se dirigen al cerebelo, pasan por el tálamo y se devuelven a la corteza. En pocas palabras, puede afirmarse que la corteza siempre está ejerciendo control sobre su sistema asociativo y de regulación, ya que lo que finalmente se proyecta por fuera de la corteza consiste en alrededor de un millón de fibras (cifra que en realidad es pequeña) y cuya función más o menos se restringe a “mover la musculatura facial” e “inervar la médula espinal”, en aras de modular el control que ejerce la neurona motora baja sobre la placa neuromuscular (evidentemente con la ayuda de interneuronas que establecen relaciones inhibitorias).

Esto último significa que la mayoría de la energía desplegada desde el sistema cortical y subcortical se invierte modulando e inventando la realidad dentro

del territorio neural y que se regula el flujo informativo, en buena medida, para no perder contacto con la realidad misma.

INTEGRACIÓN DE LOS MÓDULOS Y EL CARÁCTER DINÁMICO DE LA CORTEZA CEREBRAL

Aunque a lo largo del capítulo se han desarrollado parcialmente aspectos relacionados con la conectividad, es necesario resaltar que las aferencias y eferencias corticales tienen lugar i) dentro de la misma corteza y ii) entre la corteza y estructuras subcorticales. En este sentido, si se toma una porción de corteza, la mayor cantidad de aferencias que llegan sobre determinado módulo cortical siempre van a corresponder a la corteza del mismo hemisferio o a la corteza del hemisferio contralateral.

Llama profundamente la atención el conocimiento neuroanatómico que señala que: *la mayoría de las aferencias que reciben los módulos de la corteza provienen de la misma corteza*, puesto que ese hecho generaría fuertes implicaciones en nuestra comprensión acerca de cómo funciona el desarrollo en el ser humano e incluso en cómo nos convertimos en quienes finalmente somos. Desde esta perspectiva, es posible constatar ese dato neuroanatómico como una pieza de información que puede sumarse a la complejidad de los elementos que participan en la construcción de la individualidad humana.

El siguiente contingente de aferencias a los módulos de la corteza (y que ocupa el segundo lugar en términos de la evidencia neuroanatómica) proviene del tálamo. Se trata de un grupo más reducido de fibras que dirige información a la corteza y que evolutivamente ha demostrado ser suficiente para el funcionamiento desde el punto de vista adaptativo y desde la dimensión simbólica-social. Lo anterior resalta la idea de acuerdo con la cual *a la corteza entra un contingente de fibras proveniente del tálamo y por ende este conjunto de núcleos constituye la interface entre el mundo exterior y el tejido cortical*. Esto implica que el tálamo como núcleo de relevo e integración estaría recogiendo casi toda la información y la estaría distribuyendo a las diferentes áreas corticales (Escobar y Pimienta, 2016).

Hace unas líneas se mencionó que la información que le envía el tálamo a la corteza puede ser tanto específica como inespecífica. Las aferencias específicas llegarían a la lámina IV, mientras que las inespecíficas llegarían

a todas las láminas corticales (sobre todo a las capas supragranulares). Asumiendo el ejemplo del procesamiento sensorial, de cierto modo, es posible plantear que las aferencias específicas participan en la función de asegurar la precisión sobre aquello que el ser humano ve, siente y oye, mientras que las entradas inespecíficas serían esenciales para contextualizar esas sensaciones. Concretamente, las aferencias inespecíficas provienen de los núcleos intralaminares del tálamo que aportan un contingente importante de fibras a las láminas I, II y III.

En efecto, se puede plantear que las interacciones establecidas por los diversos módulos corticales dentro de la misma corteza y por fuera de ella, no son procesos rígidos, sino que deben ser abordados como un fenómeno dinámico. Por ejemplo, cuando el médico realiza un electroencefalograma (EEG) encuentra ritmos de todo tipo y la actividad cortical va fluctuando de acuerdo a las contingencias marcadas por las interacciones del sistema nervioso. Del mismo modo, si se toma una porción de tejido cortical para revisar las diferencias en la corteza, y se realiza la siguiente pregunta: ¿Con quién interactúa la corteza? En primer lugar, es posible plantear que, la corteza interactúa con la corteza misma (como ya se mencionó) a través de fibras cortico-corticales asociativas y comisurales, que se originan en las láminas II y III y llegan a láminas supragranulares de otros módulos. Esto les ha permitido a los neurocientíficos comprender la organización cortical por módulos (ver figuras 36 y 40).

De este modo, sabemos que no solamente la corteza presenta una organización horizontal, sino que también se distribuye interconectándose en una configuración ortogonal (vertical, columnar o modular). Efectivamente, el concepto de módulo o columna cortical se ha ido desarrollando durante los últimos 30 años y cabe aclarar que, el valor funcional de los módulos no solo reside en las aferencias que reciben, sino en las eferencias que estos envían a otras regiones corticales y subcorticales. Además, también habría que hacer referencia a la conectividad intrínseca de cada columna cortical (las conexiones al interior del módulo). Esta disposición modular se ha encontrado a nivel de la corteza visual y de varios tipos de corteza como la corteza auditiva, sensorial, motora e incluso la corteza del lóbulo frontal (Goldman y Nauta, 1993; Lev y White, 1997; Le Vay, Wiesel y Hubel, 1980; Levine y Shefner, 1991). En su valor funcional, el tamaño de los módulos resulta muy importante, así que si se trata de módulos asociativos el tamaño oscila entre 200 y 300 μm de diámetro, mientras que para los módulos sensoriales el tamaño puede llegar a ser de aproximadamente 500 μm de diámetro.

Ahora bien, si nos preguntamos acerca de qué define la organización de los módulos corticales, la respuesta a la pregunta podría partir de aspectos innatos propios del neurodesarrollo (protocolumnas en la zona ventricular del tubo neural), específicamente la posible conformación de un protomapa neural para columnas que se constituiría como el precursor prenatal de los módulos corticales (Sidman y Rakic, 1973). Sin embargo, necesariamente habría que hacer alusión al concepto de conectividad, lo cual nos ubica en el terreno de la experiencia interactiva en que se involucra la corteza. Desde esta lógica, un módulo sensorial, en muy buena medida, estaría organizado alrededor de la célula piramidal, puesto que en torno a esta célula las interneuronas se disponen para implementar sus maniobras inhibitorias, lo cual es fundamental en la organización modular. Además, la configuración de los módulos sensoriales está influenciada por el tálamo, puesto que son las fibras tálamo-corticales las que aportan *inputs* del mundo exterior (tanto del ambiente inanimado, como del contexto simbólico-social marcado por las interacciones con los otros).

Entonces el tálamo en cierta medida influye en la constitución de los módulos sensoriales, aunque la corteza predomina sobre la construcción de los módulos asociativos. Por ejemplo, la corteza frontal izquierda, “determina” hasta cierto punto los módulos de la corteza frontal derecha, lo cual reafirma que el cerebro es indivisible a nivel de la lógica de su funcionamiento y en aras de la comprensión de su naturaleza computacional.

Continuando con el razonamiento, en el caso de un contingente de información que ingresa a la corteza frontal y se ramifica en un módulo asociativo, es muy importante también considerar que hay muchos otros módulos que también se conectan a esta columna, lo cual implica que ese mismo módulo asociativo puede ser reclutado para diferentes tareas de manera flexible. Ocurre algo muy similar cuando un director técnico dispone de un equipo con 15 o 7 jugadores de rugby y uno de ellos es reclutado para jugar a la ofensiva, pero por la dinámica y las necesidades del juego, a veces atacará y a veces defenderá. Usando la lógica de la metáfora del rugby, se puede afirmar que es posible acceder a las experiencias de memoria por medio de estímulos diferentes, ya que un estímulo que puede activar una red que llevaría a un sujeto a determinada huella de memoria, puede ser sustituido por otro estímulo diferente, a través del cual también es posible que el individuo recuerde el mismo evento. Lo anterior es viable porque tanto la percepción como el aprendizaje son fenómenos complejos y de cierta manera implican aquello que el sujeto vio, escuchó, sintió o simplemente imaginó.

En este orden de ideas, se puede plantear que un módulo cortical no es una entidad anatómica, ni un constructo vago o etéreo, sino que involucra la distribución y la función que se establece a nivel neural en el marco de interacciones complejas que incluyen tanto al ambiente externo como al ambiente interno (ver figura 40).

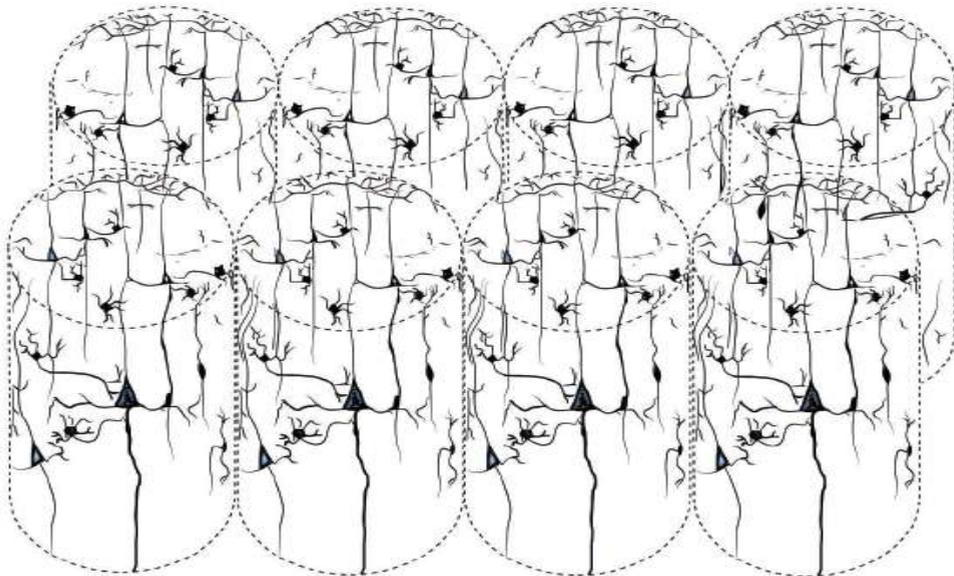


Figura 40. Representación esquemática de columnas corticales. Desde la perspectiva delimitada por la organización modular, se asume que la unidad de cómputo neural sería el microcircuito cortical que representa cada columna al interior de la corteza.

Fuente: Figura elaborada por el autor del presente libro.

De este modo, puede considerarse que son las aferencias y las eferencias de un módulo (más puntualmente, las neuronas de un módulo de la corteza dependiendo de sus acciones) las que van a marcar morfofuncionalmente la viabilidad de las columnas contralaterales o ipsilaterales. Haciendo referencia a la complejidad de las interacciones entre los módulos corticales, puede considerarse que los seres humanos contamos con tres millones de módulos interactuando y cada módulo está dotado de 2000 neuronas piramidales, a lo que también habría que agregar un 20% de ese equivalente que corresponde a células no piramidales o interneuronas. Se estima que un módulo recibiría aferencias y enviaría eferencias hacia al menos otros

cincuenta módulos corticales. En parte, ésta sería la base de la integración compleja que tiene lugar en la corteza cerebral (Eccles, 1984).

Por otro lado, enfocándonos en las eferencias o salidas de información que orquesta la corteza, sería posible considerar el ejercicio de control que ésta lleva a cabo sobre determinadas estructuras subcorticales. Anteriormente se planteó que el tálamo envía un contingente pequeño de fibras a la corteza, en comparación con las fibras cortico-corticales que aportan aferencias a la misma. Sin embargo, en el caso contrario, si nos ubicamos en un punto de los núcleos específicos del tálamo (por ejemplo, el núcleo ventral anterior del tálamo), se puede estimar que aproximadamente la mitad del aporte de fibras que éste recibe, proviene de la corteza. ¿Qué comprensiones se pueden construir a partir de estos hechos? La principal comprensión puede entenderse en términos de que, la corteza auto-regula su número de entradas de información en la medida en que regula la información proveniente de ciertos núcleos del tálamo. En pocas palabras, la corteza controla más la entrada de información proveniente de núcleos talámicos y lo hace por medio de “filtros” que regulan los inputs, vía fibras cortico-tálamo-corticales (lo cual se evidencia, en parte, debido a la menor cantidad de fibras provenientes del tálamo). Este hecho implica que la corteza escoge, o sea que, las aferencias provenientes del tálamo son importantes para limitar la entrada sensorial, puesto que el individuo no necesita que el tálamo le envíe más que un contingente pequeño de la información que es recabada en la periferia por los sistemas sensoriales. Aun así, la corteza permanentemente está llevando a cabo un control muy significativo sobre los núcleos del tálamo, con el objetivo de lograr la regulación y el balance de la información que ingresa a su territorio.

Ciertamente, se han descrito tanto fibras tálamo-corticales aferentes a la corteza, como fibras cortico-talámicas provenientes de la lámina VI del lóbulo frontal. Este bucle retroactivo resulta fundamental para comprender los procesos atencionales, es decir, para descifrar en parte, los mecanismos que nos permiten escoger la información (ser selectivos).

CONSIDERACIONES SOBRE LA CORTEZA COMO RED DE CONOCIMIENTO FLEXIBLE

Normalmente, elegir implica un acto relativamente voluntario. En este orden de ideas, se puede plantear que, salvo en ciertos trastornos neurológicos caracterizados en determinados perfiles neuropsicológicos (como es el caso del TDAH), un sujeto no es desatento porque sea inatento, lo es porque no quiere ser atento. Es decir que la dimensión afectiva y motivacional frente al posible foco de atención resultaría ser supremamente importante. En pocas palabras, cuando no experimentamos estados de interés y curiosidad, no resulta fácil comprometer nuestros recursos atencionales en un foco específico.

Así pues, la atención es un proceso que no se perfila como netamente cognitivo, puesto que implica una dimensión afectiva-social. Además, en cierta forma, también requiere de un entrenamiento en términos de la experiencia que el individuo va obteniendo en la actividad psicológica que implica enfocar la atención sobre determinados contenidos, eventos del entorno e incluso sobre sí mismo. Efectivamente, en buena medida prestar atención requiere de una especie de “entrenamiento” que demanda un juego complejo entre la corteza, el tálamo (núcleo reticular del tálamo) y la amígdala, por mencionar tan solo algunas estructuras (John, Zikopoulos, Bulloc y Barbas, 2016).

Particularmente, muchos individuos aburridos por la monotonía implicada en la regularidad, así como algunos sujetos creativos e innovadores, buscan la novedad en entornos tanto externos como internos. Así, pueden ser sensibles a la percepción de nuevos patrones o relaciones presentes en elementos del ambiente o a la búsqueda y generación de nuevas ideas. Aunque no se perfila como un terreno donde se haya avanzado mucho, algunos estudios sugieren que una serie de interacciones complejas estarían relacionadas con los comportamientos de búsqueda de la novedad asociados con la modulación nerviosa aportada por las vías dopaminérgicas. En este sentido, el efecto global de la dopamina cuando el sujeto se ve expuesto a estímulos novedosos, involucra su liberación tomando como objetivo sistemas neurales de recompensa que comprenden la vía mesolímbica mencionada hace unas líneas (Patoine, 2009).

Por otra parte, particularmente hablando de las eferencias a partir de la corteza, resulta fundamental considerar diversos contingentes de fibras

cortico-corticales muchas de las cuales emergen de sustratos supragranulares de la corteza (por ejemplo, de la lámina piramidal externa). Además, la corteza también envía proyecciones al estriado y a los núcleos del tronco encefálico. Se conoce que algunas de estas eferencias realizan sinapsis en la protuberancia para abordar el cerebelo por la vía delimitada por los pedúnculos cerebelosos. Finalmente, de los sustratos más profundos de la lámina V (por ejemplo, de la corteza motora primaria) pueden originarse proyecciones de las células gigantes de Betz hacia la médula espinal (como se describió previamente).

Anteriormente, se planteó que la corteza se conecta esencialmente con sí misma, seguidamente con tálamo y con el estriado (o núcleos de la base). Podría considerarse como una ruta importante aquella que va de la corteza al puente y luego al cerebelo, para regresar posteriormente a través del tálamo al territorio cortical. Actualmente conocemos que de la lámina V de la corteza (de la parte más superficial de sus estratos) se originan fibras que se dirigen al estriado y de estratos más profundos salen fibras cortico-pontinas que establecen conexiones profusas con el puente y luego orientan la información hacia la corteza cerebelosa. Esto indica que la corteza no se conecta directamente con el cerebelo, ya que su influencia sobre esta estructura tiene lugar a través del puente y de los núcleos rojos (Bustamante, 2016; Escobar y Pimienta, 2016; Snell, 2014).

A partir de estas comprensiones, resulta interesante confirmar que la corteza cuenta con una lógica coherente de funcionamiento, puesto que anteriormente se consideraba que el mundo neural podía abordarse desde una aproximación basada en la sensibilidad y en el movimiento, reduciendo la complejidad del hecho psicológico a un paradigma basado en el arco reflejo.

En efecto, si pensáramos los procesos neurales desde una perspectiva del arco reflejo solo podríamos centrarnos en fenómenos como: “si corto aquí... no siento”. Lo mismo podría asumirse para la vía motora: “si lesiono aquí... pues determinado miembro ya no se mueve”. Por el contrario, la lógica de la corteza (como dispositivo de integración compleja) nos hace aproximarnos más sobre la base de lo que hacemos en cualquier área de las neurociencias clínicas o básicas y por qué no, sobre como la corteza, de manera flexible, construye aquello que percibimos o aquello que imaginamos.

Específicamente, se ha intentado definir la percepción desde diferentes perspectivas del conocimiento, como lo son la filosofía, la psicología, la

biología, entre otras. Por ejemplo, Neisser (1981) afirma que la percepción es un proceso activo-constructivo que implica que quien percibe, antes de procesar la nueva información manipula los datos que ya están almacenados en su conciencia y crea un esquema informativo anticipatorio que le permite comparar ambas informaciones para así poder tomar decisiones de aceptación o rechazo del conocimiento. Puesto que las sensaciones del ser humano son variables, Merleau-Ponty (1975) asume la percepción como un proceso parcial, señalando además que la percepción no sería el producto de una simple acumulación de eventos sobre las experiencias ya vividas, sino más bien una construcción constante de significados que tienen lugar en un espacio y en un tiempo.

Por su parte, Fuster (2014a; 2019) plantea que las percepciones están precedidas por un ciclo dialógico entre la percepción y la acción (el ciclo P/A). Dicho ciclo implica que el sujeto recibe información del contexto a través de su cuerpo (más concretamente estructuras sensoriales tanto periféricas como centrales del sistema nervioso) y procesa dichos complejos de información a través de redes neurales encargadas de planear, secuenciar y ejecutar acciones y verificarlas. Al recibir esta información el sistema nervioso experimenta una serie de modificaciones generando representaciones del contexto externo en el espacio correspondiente al territorio neural. En síntesis, podría aceptarse que mediante la percepción (que no siempre tiene lugar de manera consciente) el sistema nervioso va construyendo/creando cógnitos sensoriales, los cuales son redes de conocimiento sensorial que contribuyen a la generación de representaciones neurales del conocimiento que percibimos del entorno externo. Allí también residirían ciertas formas de aprendizaje como el perceptivo y algunas formas de memorias asociadas a lo que vemos, lo que escuchamos y lo que sentimos (ver figura 41).

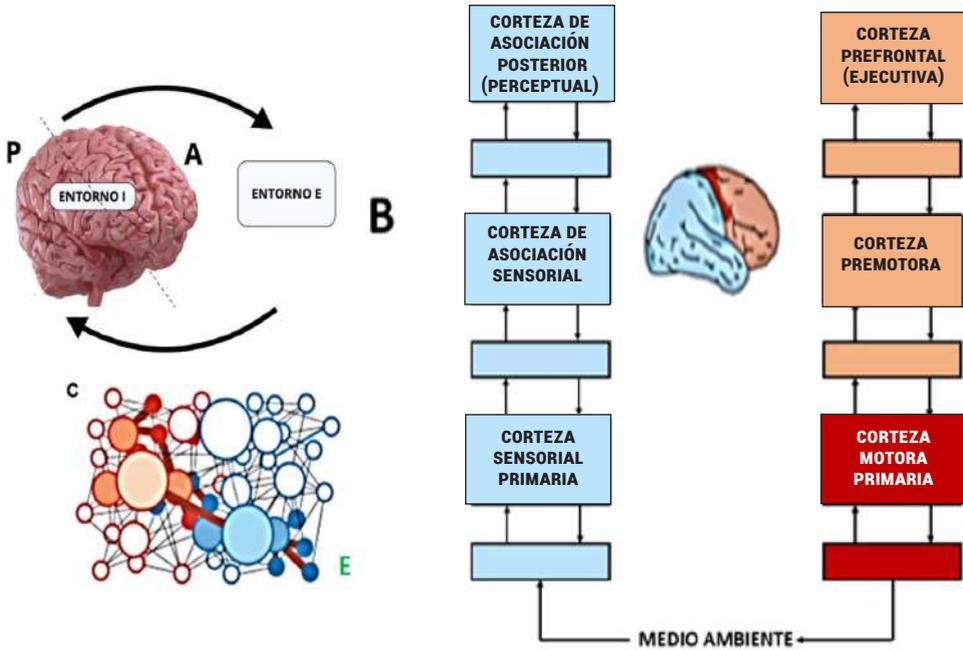


Figura 41. Ciclo percepción-acción. A. El esquema representa la interacción entre el sistema nervioso y el entorno. Gracias a la complejidad de las interacciones que permite el ciclo percepción-acción (P/A), la corteza elabora representaciones internas del entorno. Estas representaciones neurales, estarían imbricadas en redes de conocimiento sensorio-motor, asociativo y emocional. ENTORNO E (externo); ENTORNO I (interno). B. Tipos de conocimientos que se van estructurando (de manera jerárquica y recurrente) en las cortezas perceptivas y ejecutivas en la dinámica del ciclo P/A. C. Red neuronal que presenta redes de almacenamiento de aprendizajes sensoriales (presentadas en azul) y redes de conocimiento ejecutivo (presentadas en rojo) desde la lógica de la conectividad de los componentes de una red referida al ciclo percepción/acción. E=Estímulo del medio ambiente.

Fuente: Basado en Fuster (2014a).

Evidentemente, la percepción (en términos biológicos) no evolucionó para la contemplación del mundo. Más bien se trata de un proceso adaptativo que le permite al ser humano actuar sobre el ambiente (entorno inanimado) y sobre el contexto (dinámicas socio-simbólicas que implican al otro).

De esta manera, la complejidad de la corteza frontal se perfila como un mecanismo ejecutivo con una gran potencia a nivel de la planeación, la secuenciación, la ejecución y la verificación de las acciones. Las redes de conocimiento sensorial organizadas en la corteza posterior, establecen conexiones con la corteza frontal, la cual a su vez organiza (como un dispositivo potente de integración) redes ejecutivas para planear y llevar a cabo las acciones. Estas redes ejecutivas (cógnitos ejecutivos) cuentan con un importante registro de conocimientos disponibles para la acción.

En este sentido, es que Fuster propone la dinámica del ciclo P/A. Aunque también resalta la importancia de la participación de “avenidas” límbicas (redes límbicas) que aportan el “tinte” emocional a la relación dialéctica entre la percepción y la acción.

Particularmente, la corteza frontal como territorio nuevo en términos filogenéticos, se acopló al ciclo P/A y mediante mecanismos como la memoria operativa, favoreció la aparición de conductas y procesos que no solo pueden definirse como adaptativos, sino como pre-adaptativos, ya que, los seres humanos hacemos predicciones de lo que vendrá (para lo cual la corteza prefrontal contribuye de manera importante), anticipando las acciones y las respuestas, tanto del ambiente como de los otros (Fuster, 2014b). Evidentemente, con un monto importante de flexibilidad, pero también con un margen de error típico de la falibilidad humana.

Como se mencionó hace algunos párrafos, la evidencia sugiere que, como representante de la información proveniente del mundo exterior, el tálamo tan sólo envía un “bajo porcentaje” de esta información recogida y con ese pequeño afluente informativo, las fibras asociativas y comisurales de la corteza, se encargan de hacer todo el trabajo de conectividad y de elaboración mental de la mano con diversas regiones corticales. No en vano Fuster (2002) denomina a la corteza cerebral el órgano de la creatividad.

En efecto, es posible concluir que neuroanatómicamente necesitamos “muy poco de afuera” para funcionar de manera adaptativa, aunque eso no niega el impacto del mundo intersubjetivo, la cultura y la relación con los otros, que tiene un lugar determinante en la constitución de un ser humano con un desarrollo típico. Así, se refrenda el hecho según el cual el sistema nervioso, evolutivamente se las ha arreglado para tomar de “afuera” e ir representando ese mundo exterior (ambiente y contexto) en formatos neurales, lo cual facilita tanto los procesos de interacción como la dialéctica en que construimos la realidad.

Desde esta lógica, es probable que la conducta flexible que caracteriza aspectos relacionados con nuestra toma de decisiones, nuestro pensamiento divergente y el ejercicio de nuestra “libertad”, se vincula con la capacidad que tiene nuestra corteza para reclutar conocimientos y aprendizajes pasados, actualizarlos e incorporarlos a nuestra capacidad anticipatoria y creativa, lo cual, necesariamente requiere del despliegue de procesos computacionales en el tiempo (Fuster, 2014a). Quizás todo esto ocurra dentro de la complejidad de procesos que deberían implicar sistemas de memoria tanto relativos al recuerdo y al aprendizaje, como aquellos mecanismos operativos online y dispositivos neurales para la planeación, la capacidad de insight, la búsqueda de la novedad, la flexibilidad cognitiva y las interacciones socio-simbólicas que son parte integral de la dinámica resultante entre los ciclos P/A que nos caracterizan.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Cuáles son los antecedentes evolutivos del origen de la corteza cerebral?
- ¿Cuáles son las funciones en que se involucra la corteza cerebral en el humano?
- ¿Cómo está organizada y constituida la corteza cerebral?
- ¿Por qué es importante el concepto de red biológica en la comprensión del componente funcional de la corteza?
- ¿Cuál es el lugar de la corteza en la conducta flexible que presenta el humano?
- ¿Cómo se relaciona el ciclo P/A con el sistema de acción y la conducta flexible?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Barcelona: Oxford University Press. Barcelona.
- Barbas, H. (2015). General cortical and special prefrontal connections: Principles from structure to function. *Annual review of neuroscience*, 38, 269-289. doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-033936 <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-033936>.

- Bustamante, J. (2016). *Neuroanatomía Funcional y Clínica: atlas del sistema nervioso central*. Editorial Médica CELSUS.
- Dart, R. A. (1934). The dual structure of the neopallium: Its history and significance. *Journal of Anatomy*, 69(Pt 1), 3.
- DeFelipe, J., Segura, T., Arellano, J. I., Merchán, A., DeFelipe-Oroquieta, J., Martín, P., y Sola, R. G. (2001). Neuropathological findings in a patient with epilepsy and the Parry–Romberg syndrome. *Epilepsia*, 42(9), 1198-1203. <https://doi.org/10.1046/j.1528-1157.2001.45800.x>.
- Diamond, A., Kirkham, N., y Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental psychology*, 38(3), 352. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.3.352>.
- Eccles, J. C. (1984). The cerebral neocortex: a theory of its operation. *Cerebral cortex*, 2, 1-36.
- Escobar, M. I., Pimienta, H., Caviness, V. S., Jacobson, M., Crandal, J. E., y Kosik, K. S. (1986). Architecture of apical dendrites in the murine neocortex: dual apical dendritic systems. *Neuroscience*, 17(4), 975-989. DOI: 10.1016/0306-4522(86)90074-6
- Escobar, M. I., y Pimienta, H. J. (2016). *Sistema nervioso*. Cali, Colombia: Universidad del Valle. Programa Editorial de la Universidad del Valle.
- Flaherty, A. W. (2005). Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. *Journal of Comparative Neurology*, 493(1), 147-153. <https://doi.org/10.1002/cne.20768>.
- Flaherty, A. W. (2011). Brain illness and creativity: mechanisms and treatment risks. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 56(3), 132-143. <https://doi.org/10.1177/070674371105600303>.
- Flaherty, A. W. (2015). *The midnight disease: The drive to write, writer's block, and the creative brain*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of neurocytology*, 31(3-5), 373-385. <https://doi.org/10.1023/A:1024190429920>.
- Fuster, J. M. (2014a). Cerebro y libertad. *Los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir*. Barcelona: Ed Ariel.
- Fuster, J. M. (2014b). The prefrontal cortex makes the brain a preadaptive system. *Proceedings of the IEEE*, 102(4), 417-426. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2014.2306250>.
- Fuster, J. M. (2019). The prefrontal cortex in the neurology clinic. In *Handbook of clinical neurology* (Vol. 163, pp. 3-15). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00001-X>.

- Goldman, P. S., & Nauta, W. J. (1993). Columnar distribution of cortico-cortical fibers in the frontal association, limbic, and motor cortex of the developing rhesus monkey. In *Neuroanatomy* (pp. 561-581). Birkhäuser Boston. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7920-1_28.
- Goldman-Rakic, P. S., y Porrino, L. J. (1985). The primate mediodorsal (MD) nucleus and its projection to the frontal lobe. *Journal of Comparative Neurology*, 242(4), 535-560. <https://doi.org/10.1002/cne.902420406>.
- Gonzalez-Burgos, G., Cho, R. Y., y Lewis, D. A. (2015). Alterations in cortical network oscillations and parvalbumin neurons in schizophrenia. *Biological psychiatry*, 77(12), 1031-1040. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.03.010>.
- John, Y. J., Zikopoulos, B., Bullock, D., y Barbas, H. (2016). The emotional gatekeeper: a computational model of attentional selection and suppression through the pathway from the amygdala to the inhibitory thalamic reticular nucleus. *PLoS Comput Biol*, 12(2), e1004722. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004722>.
- Kolb, B., y Whishaw, I. (Eds.). (2016). *Brain and Behaviour: Revisiting the Classic Studies*. New York: SAGE.
- Kubota, Y., Karube, F., Nomura, M., y Kawaguchi, Y. (2016). The diversity of cortical inhibitory synapses. *Frontiers in neural circuits*, 10. <https://doi.org/10.3389/fncir.2016.00027>.
- Le Vay, S., Wiesel, T. N., & Hubel, D. H. (1980). The development of ocular dominance columns in normal and visually deprived monkeys. *Journal of Comparative Neurology*, 191(1), 1-51. <https://doi.org/10.1002/cne.901910102>.
- Lev, D. L., & White, E. L. (1997). Organization of pyramidal cell apical dendrites and composition of dendritic clusters in the mouse: emphasis on primary motor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 9(2), 280-290. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.1997.tb01398.x>.
- LeVay, S. (1973). Synaptic patterns in the visual cortex of the cat and monkey. Electron microscopy of Golgi preparations. *Journal of Comparative Neurology*, 150(1), pp. 53-85. [Doi.org/10.1002/cne.901910102](https://doi.org/10.1002/cne.901910102). <https://doi.org/10.1002/cne.901500104>.
- Levine, M. W., & Shefner, J. M. (1991). *Fundamentals of sensation and perception*. Oxford: Oxford University Press
- Lewis, D. A., Curley, A. A., Glausier, J. R., y Volk, D. W. (2012). Cortical parvalbumin interneurons and cognitive dysfunction in schizophrenia. *Trends in neurosciences*, 35(1), 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2011.10.004>.

- Llinás, R. R. (2003). *El cerebro y el mito del yo: el papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos*. Bogotá: Editorial Norma.
- Marco, P., Sola, R. G., Pulido, P., Alijarde, M. T., Sanchez, A., y Cajal, S. R., y DeFelipe, J. (1996). Inhibitory neurons in the human epileptogenic temporal neocortex. *Brain*, 119(4), 1327-1347. <https://doi.org/10.1093/brain/119.4.1327>.
- Merleau-Ponty, M. (1975). *Fenomenología de la percepción* (p. 475). Barcelona: Península.
- Mihaljević, B., Benavides-Piccione, R., Guerra, L., DeFelipe, J., Larrañaga, P., & Bielza, C. (2015). Classifying GABAergic interneurons with semi-supervised projected model-based clustering. *Artificial intelligence in medicine*, 65(1), 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2014.12.010>.
- Mountcastle, V. B. (1997). The columnar organization of the neocortex. *Brain*, 120(4), 701-722. <https://doi.org/10.1093/brain/120.4.701>.
- Neisser, U. (1981). *Procesos cognitivos y realidad: principio e implicaciones de la psicología cognitiva*. Madrid: Marova.
- Pandya, D. N., y Yeterian, E. H. (1985). Architecture and connections of cortical association areas. In *Association and auditory cortices* (pp. 3-61). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9619-3_1.
- Pandya, D., Petrides, M., y Cipolloni, P. B. (2015). *Cerebral cortex: architecture, connections, and the dual origin concept*. Oxford: Oxford University Press.
- Patoine, B. (2009). *Desperately Seeking Sensation: Fear, Reward, and the Human Need for Novelty: Neuroscience Begins to Shine Light on the Neural Basis of Sensation-Seeking*. Dana Foundation.
- Peña, J., Sampedro, A., Ibarretxe-Bilbao, N., Zubiaurre-Elorza, L., & Ojeda, N. (2019). Improvement in creativity after transcranial random noise stimulation (tRNS) over the left dorsolateral prefrontal cortex. *Scientific reports*, 9(1), 7116. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43626-4>.
- Ramnani, N., y Owen, A. M. (2004). Anterior prefrontal cortex: insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 184-194. <https://doi.org/10.1038/nrn1343>.
- Ryman, S. G., El Shaikh, A. A., Shaff, N. A., Hanlon, F. M., Dodd, A. B., Wertz, C. J., ... & Abrams, S. (2019). Proactive and reactive cognitive control rely on flexible use of the ventrolateral prefrontal cortex. *Human brain mapping*, 40(3), 955-966. <https://doi.org/10.1002/hbm.24424>
- Sanides, F. (2013). *Die Architektonik des Menschlichen Stirnhirns: Zugleich eine Darstellung der Prinzipien Seiner Gestaltung als Spiegel der*

- Stammesgeschichtlichen Differenzierung der Grosshirnrinde* (Vol. 98). Alemania: Springer-Verlag.
- Sidman, R. L., y Rakic, P. (1973). Neuronal migration, with special reference to developing human brain: a review. *Brain research*, 62(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(73\)90617-3](https://doi.org/10.1016/0006-8993(73)90617-3).
- Snell, R. S. (2014). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- Szentágothai, J. (1983). The modular architectonic principle of neural centers. In *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 98, 11-61. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/BFb0033866>.
- Valverde, F. (2002). Estructura de la corteza cerebral. Organización intrínseca y análisis comparativo del neocórtex. *Rev Neurol*, 34(8), 758-780.

CAPÍTULO 9.

NEUROCIENCIA, PSICOPATOLOGÍA Y CREATIVIDAD

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Ocampo ÁA. Neurociencia, psicopatología y creatividad. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 249-275.

NEUROCIENCIA, PSICOPATOLOGÍA Y CREATIVIDAD

Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

El capítulo aborda el lugar de las neurociencias en la comprensión del procesamiento creativo frente a algunas patologías psiquiátricas como esquizofrenia y trastorno bipolar, así como el compromiso cerebral asociado a ciertas demencias. Para ello se revisan algunos estudios poblacionales, electrofisiológicos, de neuroimagen, genéticos y moleculares que exploran la estructura/función cerebral asociada al pensamiento divergente y los efectos del daño neurológico sobre las habilidades creativas.

INTRODUCCIÓN

Como fenómeno complejo, el procesamiento creativo involucra la participación de diversas redes neurales que dependen de i) la naturaleza de las tareas para las cuales son reclutadas, ii) los requerimientos sensoriales y iii) las demandas cognitivas que éste privilegia.

Es así como múltiples regiones de la corteza cerebral se han vinculado con posibles mecanismos neurales relacionados con la cognición creativa. Una de las regiones que probablemente se asocia con redes neuronales empleadas por el ser humano en el marco del procesamiento creativo es el área 10 de Brodmann. Se ha sugerido que este territorio cortical ubicado en la corteza frontopolar se halla implicado en diversas funciones cognitivas tales como teoría de la mente, generación de metas a corto plazo, divagación mental e imaginación (Ramnani & Owen, 2004; Howard-Jones, Blakemore, Samuel, Summers & Claxton, 2005; Green, Cohen, Raab, Yedibalian & Gray, 2015). Paradójicamente, aspectos funcionales asociados a la divagación mental, la imaginación y el *insight*, posiblemente comparten una geografía nerviosa similar, ya que de acuerdo con las observaciones anatómo-clínicas

las alteraciones de estos territorios con frecuencia se asocian con cuadros psicóticos y manifestaciones particulares como fenómenos alucinatorios (Raij, Riekkki, & Hari, 2012).

Recientemente las neurociencias han empezado a interesarse por el estudio de la creatividad, para lo cual, se han llevado a cabo investigaciones desde algunos de los niveles de exploración, tanto en sujetos sanos (con sistemas nerviosos intactos) como en individuos que presentan alteraciones neurológicas o enfermedad psiquiátrica. Este tipo de investigaciones abarca 1) estudios poblacionales, 2) descripciones de casos clínicos asociados a daño cerebral, 3) aproximaciones funcionales, y 4) análisis molecular y genético. Los estudios en estos niveles han revelado aspectos importantes sobre los mecanismos subyacentes a la actividad creativa. Sin embargo, los hallazgos existentes resultan ser muy variados y a menudo inconsistentes entre sí.

ESTUDIOS POBLACIONALES EN PACIENTES CON DIAGNÓSTICO PSIQUIÁTRICO

Haciendo referencia a la relación entre ciertos aspectos psicopatológicos y la dimensión creativa, se acepta que los resultados de algunos estudios con pacientes esquizofrénicos son diversos y posiblemente difíciles de interpretar. Lo anterior probablemente ocurre debido a los múltiples componentes que constituyen este proceso cognitivo (el procesamiento creativo) y a las dificultades para establecer diferencias entre la creatividad como posibilidad del cerebro de un individuo sano y la creatividad adaptativa vinculada a los síntomas patológicos de determinado diagnóstico psiquiátrico.

Santosa et al. (2007) compararon individuos creativos que presentaban desorden bipolar, depresión unipolar e individuos saludables creativos y no-creativos usando la *Escala de Arte Barron-Welsh*. Estos investigadores encontraron que las personas con trastorno bipolar y los controles creativos sanos, puntuaron más alto que las personas con depresión unipolar y los controles no creativos sanos. Por su parte, Simeonova, Chang, Strong & Ketter (2005) reportaron un incremento de la creatividad en 40 adultos americanos diagnosticados con desorden bipolar al compararlos con sujetos control saludables, empleando el mismo instrumento.

Algunos estudios han incluido también a parientes de sujetos que presentan desórdenes psiquiátricos. Particularmente, Karlsson (1970) investigó 486 parientes masculinos de personas esquizofrénicas nacidas en Islandia entre 1851 y 1940. Comparados con la población general, los parientes de estos pacientes aparecieron más frecuentemente registrados en listas de personas destacadas. También, se evidenció un incremento significativo en el éxito a nivel del esfuerzo creativo. Aunque el número de personas incluidas en el estudio fue considerablemente pequeño, vale la pena señalar que mediante la comparación de las diferentes ramas de afinidad los investigadores concluyeron que ciertas ramas eran altas tanto en la esquizofrenia como en individuos superdotados, mientras que otras fueron bajas en ambas condiciones.

Por su parte, Kyaga, Lichtenstein, Boman, Hultman, Långström, & Landén (2011) realizaron un estudio basado en la ocurrencia de ocupaciones creativas entre individuos con patologías psiquiátricas (esquizofrenia, desorden bipolar y depresión unipolar) y sus parientes, en contraste con sujetos control sin estos trastornos y sus familiares. También, se investigó una posible asociación mediada por el coeficiente intelectual (CI). Los individuos con trastorno bipolar y los hermanos sanos de las personas con esquizofrenia o trastorno bipolar, estuvieron sobre-representados en las listas de profesiones creativas. La gente con esquizofrenia no reportó una tasa global mayor de profesiones creativas en comparación con los controles, pero sí una tasa mayor dentro del subgrupo de ocupaciones artísticas. Ni las personas con depresión unipolar ni sus hermanos diferían de los sujetos control en relación con las profesiones creativas. Así, se sugiere una co-segregación familiar tanto del desorden bipolar como de la esquizofrenia respecto a la dimensión creativa.

Del mismo modo, algunos estudios poblacionales a gran escala indican que las personas con diagnóstico de desorden bipolar y sus familiares son más “propensos” a elegir ocupaciones artísticas (Kyaga et al., 2013; Kyaga et al., 2011; Tremblay, Grosskopf, & Yang, 2010). Efectivamente, estas muestras representativas han buscado establecer ciertas correlaciones entre el desorden bipolar y la creatividad en comparación con la depresión, la esquizofrenia u otros trastornos psicológicos (Kyaga et al., 2011).

ALTERACIONES DE LA EXPRESIÓN CREATIVA EN SUJETOS CON COMPROMISO CEREBRAL

Así mismo se han realizado estudios que buscan establecer una relación entre el procesamiento creativo y algunas etiologías del daño cerebral como lo son ciertas demencias. No obstante, aunque no se ha encontrado ningún hecho concluyente que sugiera que determinadas formas de demencia están vinculadas con el mejoramiento de las habilidades creativas, cabe señalar que desde la clínica neuropsicológica se han descrito algunos casos de pacientes con Alzheimer que después de presentar una sintomatología neurodegenerativa experimentaron cambios a nivel de sus habilidades creativas. Probablemente, algunos de estos pacientes en el transcurso de la enfermedad hayan experimentado cambios a nivel de las características de sus productos creativos y en algunos casos, eventualmente esos productos llegaron a ser incluso más agradables a la apreciación estética y al juicio del público.

En la literatura clínica sobre creatividad y demencias se han descrito casos en los que los dibujos artísticos de pacientes con Alzheimer suelen ser más simplificados, pero generalmente mantienen un nivel de similitud con los dibujos artísticos producidos por sujetos de un grupo control (Rankin et al., 2007). Particularmente, los artistas que llegan a sufrir Alzheimer pueden conservar algunas habilidades que resultan esenciales para la creatividad a nivel de las artes, tales como las capacidades visuo-construccionales, la memoria visual a corto plazo para los dibujos y el reconocimiento de caras a corto plazo en el dominio visual, así como la memoria musical y la capacidad para interpretar instrumentos musicales.

Sin embargo, la manera en que estas habilidades preservadas conducen a expresar la creatividad en la demencia aún no es clara (Fornazzari et al. 2006; Cowles et al. 2003). Regularmente, aunque los artistas visuales diagnosticados con Alzheimer pueden producir pinturas surrealistas y atractivas, su capacidad de pintar disminuye durante el progreso de la enfermedad (Miller & Hou, 2004). La pintura se vuelve más esquemática y las producciones originales se abandonan a favor de la copia que toma como referencia pinturas anteriores (Canu et al. 2002; Serrano et al. 2005). Aunque, es posible que algunos artistas, como es el caso de Carolus Horn (el reconocido diseñador gráfico alemán) bajo estas condiciones, lleguen a incluir nuevos elementos en sus productos artísticos (Maurer & Pruculoli, 2004).

Resulta interesante detenerse un poco en la literatura de este tipo para mencionar algunos estudios en los que a pesar de la presencia de enfermedad neurodegenerativa se ha reportado la conservación de determinadas habilidades artísticas por parte de los sujetos. En este punto vale la pena referirse al concepto de *facilitación funcional paradójica* propuesto por Kapur (1996), el cual alude al surgimiento repentino de habilidades posteriores a un compromiso cerebral. Este interesante fenómeno nos sugiere la posibilidad de profundizar en la implicación de diversos aspectos que eventualmente impactarían la *facilitación funcional paradójica*, como lo son i) la pérdida de las habilidades sociales y ii) el estado de las funciones inhibitorias, que probablemente faciliten las actividades a nivel de lo artístico de los sujetos con demencia frontotemporal (DFT) reportados en la casuística clínica.

En ciertos casos de adultos mayores está “liberación” de las competencias artísticas se puede observar en cuadros de demencia frontotemporal (DFT). Actualmente se conoce que la DTF está vinculada con la mutación del gen de la proteína tau asociado con la destrucción de diversas regiones de la corteza cerebral importantes para el despliegue de la conducta lingüística y para el control de habilidades de regulación social. Sin embargo, también se acepta que la DFT no afecta dominios relacionados con la percepción visual (Miller, Ponton, Benson, Cummings, & Mena, 1996). En momentos avanzados de DFT la producción artística de los sujetos puede perfilarse hacia representaciones más de orden infantil y dibujos con rasgos más estereotipados, reflejando un déficit a nivel de la organización espacial (Rankin et al., 2007).

Miller et al. (1998) describieron un caso de un sujeto de 53 años de edad con DFT que no presentaba inclinaciones previas hacia la pintura y después de participar en una capacitación informal comenzó a pintar creativamente. Paralelamente a esta nueva inclinación artística experimentó alteraciones del lenguaje, aparición de un comportamiento socialmente desinhibido, tendencia a la irritabilidad frente a los estímulos y conductas impulsivas. De manera paulatina y de la mano con el desarrollo de la enfermedad este paciente dejó de pintar, debido al impacto que dicha condición le generó a nivel cognitivo y a las dificultades en la regulación de la conducta.

Por otro lado, Rankin et al. (2007) realizaron un estudio en el que compararon el desempeño visoperceptual y creativo de individuos con enfermedad de Alzheimer, pacientes con DFT, pacientes con demencia semántica y un grupo control. Estos investigadores hallaron una serie de patrones de

actividad diferentes en individuos con demencia en comparación con los sujetos del grupo control. Los pacientes con DFT presentaron un desorden mayor en la elaboración de composiciones, las cuales se caracterizaban por ser considerablemente distorsionadas. Del mismo modo, mientras que los sujetos con demencia semántica presentaron múltiples fallas a lo largo de las pruebas de pensamiento divergente, los pacientes con Alzheimer manifestaron un mayor compromiso a nivel de la composición y un menor número de detalles en sus producciones.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la producción artística de los individuos con DFT estuvo muy marcada por elementos alusivos a la creatividad en la modalidad visual, sin embargo, no fue común encontrar creatividad narrativa y producción de pinturas o esculturas que se caracterizaran por componentes abstractos o simbólicos (por el contrario, estas producciones fueron de corte realista). Quizá esta carencia a nivel del componente abstracto tuvo lugar debido al deterioro de algunos mecanismos orbitofrontales y temporales anteriores que, debido al carácter neurodegenerativo de la enfermedad gradualmente tienden a desconectarse. No obstante, las conexiones con las regiones dorsolaterales y mediales del lóbulo frontal se mantuvieron relativamente intactas, hecho que les permitiría a los sujetos plantear las obras conservando habilidades pictóricas y constructivas, dando cuenta de la adecuada recepción de la información visual necesaria para desarrollar la producción artística (Rankin et al., 2007).

Tomando distancia de situaciones excepcionales como lo son los cambios descritos en el fenómeno de *facilitación funcional paradójica* mencionado anteriormente, Zaidel (2014) se ha preguntado 1) ¿por qué la notable creatividad para el arte, en sí no se desarrolla después del daño cerebral? y 2) ¿por qué los niveles de creatividad se mantienen sin presentar cambio alguno en aquellos artistas que han practicado su oficio antes del daño cerebral? La conectividad comprometida en los conocimientos asociativos y en las redes semánticas se constituye como una explicación plausible para estas dos cuestiones, debido a que, probablemente las nuevas ideas que originan toda la red de asociaciones necesarias para las construcciones artísticas, al parecer en estos casos no se encuentran comprometidas. Así, este autor señala que los artistas creativos, influyentes e importantes no tenían daño a nivel cerebral. Curiosamente, aun no se han publicado informes de casos neurológicos (debido a un accidente cerebrovascular o lesión encefálica) lo suficientemente representativos, de aquellos artistas no

profesionales que comenzaron a practicar arte visual solamente después de haber experimentado daño neurológico (Finkelstein et al, 1991; Lythgoe et al, 2005; Chatterjee, 2006; Pollak et al., 2007; Schott, 2012; Simis et al, 2013.; Midorikawa & Kawamura, 2014).

Evidentemente, el comportamiento artístico se constituye como una alternativa, por ejemplo, ante la pérdida de las capacidades de comunicación relativas al lenguaje regular (como lo son hablar y escribir). En este sentido, se reconoce que el arte también funcionaría como un sistema de comunicación que no parece resultar tan sensible ante el daño cerebral como sí lo es el lenguaje. Mediante el arte el individuo transmite ideas, conceptos y emociones a través de diferentes medios (y posiblemente, a través de diversas regiones del cerebro) y así como el lenguaje, éste se perfila como un sistema simbólico y referencial. Por lo tanto, el dibujo y la pintura podrían ampliar los canales de comunicación entre el paciente y los cuidadores, mejorando de esta manera la adaptación del sujeto con compromiso neurológico, al igual que ocurre con la motivación biológica para innovar presente en algunos animales con el fin de sobrevivir (Zaidel, 2014).

ESTUDIOS ELECTROFISIOLÓGICOS

Diversas investigaciones han estudiado el comportamiento de individuos que se consideran creativos comparándolos con grupos de sujetos no creativos. En este sentido, se referencian como estudios pioneros los trabajos de Torrance (1968) y de Guilford (1957) que fueron realizados en los años 60. Estas investigaciones forman parte de una serie experimentos que se continúan desarrollando actualmente empleando tareas cuyas demandas cognitivas se centran en aspectos verbales y visomotores, así como en la generación de historias creativas, en la composición de poesía, música y en la elaboración de dibujos.

A pesar de los avances discretos de la *neurociencia de la creatividad*, parece que hay una fuerte evidencia sobre la importancia de la actividad electrofisiológica de los ritmos alfa (oscilaciones eléctricas cerebrales en el rango de frecuencias de 8-13 Hertz-Hz) en procesos asociados a diversas demandas que tiene que ver con la ideación creativa (Arden, Chavez, Grazioplene, & Jung, 2010; Dietrich & Kanso, 2010; Benedek, Bergner, Könen, Fink y Neubauer, 2011; Benedek, et al., 2014; Jauk, Benedek & Neubauer, 2012; Fink & Benedek, 2013).

Efectivamente, Schwab, Benedek, Papousek, Weiss & Fink (2014) plantean que los aumentos en los registros alfa observados en el electroencefalograma (EEG) durante el procesamiento creativo están entre las conclusiones más consistentes logradas a partir de los estudios neurocientíficos a nivel de la creatividad. Sin embargo, las investigaciones existentes no reportan cambios relacionados con el tiempo de los patrones de la actividad del ritmo alfa en el EEG durante el proceso de ideación creativa. Dado que varios procesos cognitivos se han asociado con la generación de ideas creativas, diferentes correlatos electroencefalográficos podrían resultar involucrados en función del tiempo de procesamiento. Estos investigadores aplicaron la “Tarea de Usos Alternativos”²⁷ a 45 participantes mientras eran registrados mediante EEG y se determinó que los cambios en la tarea estaban relacionados con una frecuencia de banda que oscila entre 10-12 Hertz (Hz) para tres intervalos de tiempo isócronos del período de generación de ideas. Los cambios en el potencial alfa durante la generación de ideas siguieron un curso de tiempo característico: 1) Un aumento general de la banda alfa al principio de la generación de ideas, que fue seguido por, 2) una disminución y finalmente por, 3) un re-aumento del ritmo alfa antes de la respuesta, que fue más pronunciado en regiones parietales y temporales del hemisferio derecho. Adicionalmente, la producción de ideas significativamente originales estuvo acompañada por aumento en los registros EEG, lo que sugiere condiciones de asimetría hemisférica (actividad alfa aumentada en el hemisferio derecho) con un periodo de duración en la fase de generación de ideas. El tiempo registrado a partir de la actividad cerebral puede reflejar la progresión de una serie de fases diferentes en el proceso de producción ideativa, siendo la recuperación inicial de ideas comunes y viejas seguida por la generación de ideas nuevas y más creativas (que superaban respuestas típicas), probablemente a través de procesos mentales como la simulación y la imaginación.

Como se mencionó anteriormente, la corteza prefrontal (CPF) a menudo ha sido asumida como un sustrato neuronal crítico en el estudio de la cognición creativa. Sin embargo, los resultados en estudios electroencefalográficos (EEG) han sido inconsistentes en lo que respecta al vínculo entre la CPF y la cognición creativa, ya que a menudo la sincronización de los ritmos alfa se ha generalizado hacia regiones posteriores de la corteza. Las pruebas recientes con resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en

27 La *Tarea de Usos Alternativos* es un test, en el que se le solicita al sujeto generar los diferentes usos que podría darsele a un objeto cotidiano (sacapuntas, sacacorchos, cartuchera, entre otros), en un lapso de dos minutos.

inglés) señalan que la corteza prefrontal puede ser activada junto con otros componentes al interior de una red deliberada de control cerebral. Según Mok (2014) estos eventos se hallan neurológicamente disociados, por lo que pueden co-ocurrir con la cognición espontánea mediada por un subconjunto de la *red de reposo*; por ejemplo, el giro angular (área 39 de Brodmann) en la corteza parietal posterior, se ha implicado cada vez más en la cognición creativa. Así, cuando la demanda de procesamiento controlado se incrementa sustancialmente, se puede suprimir el procesamiento a nivel del *modo por defecto*²⁸. Al parecer, ahora hay pruebas preliminares que sugieren una asociación entre la sincronización alfa y el procesamiento en *modo por defecto*. En este sentido, puede plantearse que la creatividad probablemente surge de un balance óptimo entre el procesamiento espontáneo y el procesamiento controlado.

En síntesis, diversas estructuras cerebrales como la corteza prefrontal izquierda, la región parietal inferior izquierda y el lóbulo temporal medial derecho se han relacionado con el pensamiento divergente y con la generación de ideas originales a través de la imaginación (Jauřovec & Jauřovec, 2000; Razumnikova, 2000; Fink, et al., 2009; Fink & Benedek, 2013).

Ciertamente, ante una tarea de pensamiento divergente (por ejemplo, *tareas de búsqueda de usos alternativos* o de realización de *asociaciones remotas de ideas*), la cual en términos generales se constituye como una situación de solución de problemas, es probable que el individuo se aproxime a la información del problema de una manera crítica y consciente. No obstante, también es posible que en la resolución de la tarea el sujeto llegue a un punto en que “no avance más” y decida abandonarla por un tiempo (lo cual no implica que determinados mecanismos inconscientes del sistema nervioso dejen de trabajar sobre el problema). Específicamente se ha reportado que en las fases de *resolución consciente* tiene lugar una activación de la banda gamma (patrón de oscilación neuronal cuya frecuencia oscila entre 25-100 Hz) acompañada de un incremento del flujo sanguíneo en determinados territorios del lóbulo temporal derecho, por lo que se sugiere que este tipo de ritmos y estas regiones se involucran por ejemplo en la realización de asociaciones remotas entre ideas, tal como sucede frente a la elaboración

28 Estado cerebral de reposo en que paradójicamente la corteza cerebral se encuentra muy activa a pesar que el individuo se encuentre implicado en condiciones de divagación mental o en una actividad de “descanso mental” asociada, por ejemplo, a momentos de ocio y de relajación.

de metáforas o la generación de situaciones humorísticas (Jung-Beeman et al., 2004). Al parecer antes de la manifestación de la banda gamma y de la aparición de cualquier *insight*, algunos investigadores han descrito un patrón de actividad electrofisiológica alfa en el hemisferio cerebral derecho similar al estado de activación que presentan los sujetos en periodos de relajación o reposo (Kounius & Beeman, 2009). Lo anteriormente mencionado sugiere que inmediatamente antes de la comprensión y la ideación súbita que implica el *insight*, el sujeto estaría en un estado similar a lo que conocemos como “relajación”.

ESTUDIOS CON NEUROIMAGEN

Otro avance tecnológico que ha aportado a la investigación acerca del procesamiento creativo tiene que ver con el uso de resonadores magnéticos. En un estudio con resonancia magnética estructural (RM) Jung et al. (2010a) exploraron el posible vínculo entre 1) los resultados de sujetos en pruebas que evalúan la creatividad (tareas de pensamiento divergente y de logro creativo) y 2) la dimensión cortical. A los participantes de este estudio se les administró el *cuestionario de logro creativo* (CAQ por sus siglas en inglés, que es una medida de la productividad creativa) y tres tareas de pensamiento divergente. Los productos creativos de cada sujeto fueron evaluados por tres jueces independientes (de acuerdo con la técnica de evaluación consensual propuesta por Amabile en 1982) y se registró un *índice de creatividad compuesto* (CCI por sus siglas en inglés). Por último, se utilizó RM para investigar la correlación entre los puntajes en creatividad y la amplitud cortical. Los resultados sugieren que el aumento del espesor de la sustancia gris en el giro cíngulo posterior del hemisferio derecho y el giro angular derecho se correlacionan positivamente con un mayor puntaje en el índice de creatividad compuesto (CCI) y en el cuestionario de logro creativo (CAQ). Por el contrario, diversas áreas presentaron una correlación negativa respecto al CCI y al CAQ. En estos territorios la disminución de la amplitud cortical se asoció con una mayor puntuación a nivel de la dimensión creativa. Así, la disminución de la amplitud cortical dentro de regiones como el lóbulo frontal izquierdo, la región del giro lingual, el cíneo, el giro angular, el lobulillo parietal inferior y el giro fusiforme, predijeron el rendimiento en el índice de creatividad compuesto (CCI). Con respecto al cuestionario de logro creativo-CAQ, sólo se reportó una región cerebral donde se redujo el espesor cortical asociado a puntuaciones más altas: la región orbitofrontal lateral del hemisferio izquierdo.

El aporte de esta investigación sugiere que la disminución de la amplitud cortical en regiones discretas de la corteza frontal y en regiones posteriores se asoció con una mayor capacidad creativa.

En esta misma línea, se ha empleado imagen por tensor de difusión (ITD) para concluir que la cantidad de sustancia blanca en individuos con altas habilidades creativas es significativamente mayor respecto a sujetos pertenecientes a un grupo control. Estos resultados parecen indicar que el flujo de información entre muchas diferentes áreas del cerebro podría ser necesario para el óptimo desarrollo de la ideación creativa y para el nivel de logro en esa dimensión. Además, se ha tratado de encontrar una correlación entre la psicopatología y la proporción de sustancia blanca, la cual, está compuesta en gran proporción por fibras axónicas que son fundamentales tanto para la conectividad como para el funcionamiento cortical (Jung et al., 2010b).

De esta manera, es evidente que algunos estudios han buscado posibles correlaciones entre el diagnóstico de enfermedad mental y el rendimiento de sujetos en diversas pruebas que indagan sobre aspectos de la creatividad. En este sentido, tanto en pacientes esquizofrénicos como en sujetos bipolares, se ha observado una reducida anisotropía²⁹ en la radiación talámica anterior y en el fascículo uncinado a nivel de la región frontal del cerebro (Sussmann et al., 2009; McIntosh et al., 2008). Del mismo modo, se ha reportado una reducción de la anisotropía en el fascículo uncinado en una cohorte de individuos con trastorno esquizotípico de la personalidad, lo cual confiere un fuerte respaldo a la hipótesis según la cual, fenotipos neurales similares no serían suficientes para dar lugar a la totalidad de los síntomas clínicos vinculados a esquizofrenia y a trastorno bipolar (Nakamura et al., 2005).

29 En la comprensión de los fenómenos físicos asociados a imágenes ponderadas por tensor de difusión (ITD), el concepto de difusión isotrópica hace referencia a la situación en la que en un sistema físico una partícula presenta un movimiento browniano aleatorio y el medio en el que acontece dicho movimiento no presenta obstáculos. De esta manera, la partícula tiene la posibilidad de moverse libremente en múltiples direcciones, contando con la misma probabilidad para moverse en cualquier dirección. Por otro lado, se asume como difusión anisotrópica, el movimiento de una partícula relacionado con un medio en el que existen barreras físicas (un medio que restringe la movilidad). En este sentido, una fibra axónica podría incidir en la eventual libertad de movimiento de la partícula, condicionando la probabilidad de la misma para moverse en todas las direcciones.

Hoy en día se conoce que las regiones cerebrales implicadas en determinadas formas de psicosis y en la cognición creativa incluyen tanto zonas de proyección frontal como fibras de asociación. Jung, Grazioplene, Caprihan, Chavez & Haier (2010b) demostraron que en sujetos normales una medida compuesta de pensamiento divergente (DT por sus siglas en inglés) presenta una relación inversamente significativa con 1) el espesor cortical y 2) la concentración del metabolito N-acetil-aspartato (NAA³⁰) a nivel de las áreas del lóbulo frontal. Estos hallazgos apoyan la idea de acuerdo con la cual la creatividad puede vincularse en un continuo que involucra la psicopatología. Tomando como referencia los hallazgos previos que describen asociaciones inversas dentro de los circuitos fronto-estriatales, estos investigadores examinaron si la integridad de la sustancia blanca (evaluada por medio del nivel de anisotropía en la imagen por tensor de difusión) está relacionada con dos medidas de creatividad (Pensamiento Divergente y Apertura a la Experiencia). Para este propósito, estudiaron 72 adultos jóvenes sanos (entre 18 y 29 años) empleando la técnica de imagen por tensor de difusión (mediante un escáner de 3,0 Teslas³¹). Las medidas de pensamiento divergente (DT) fueron puntuadas por cuatro evaluadores ($\alpha = .81$) usando la técnica de la *evaluación consensual* (mencionada anteriormente), a partir de la cual se obtuvo un *índice de creatividad compuesto* (ICC). Así, los investigadores reportaron que el ICC presenta una relación inversamente proporcional con la anisotropía dentro de la sustancia blanca frontal inferior del hemisferio izquierdo ($t = 5,36, p = 0,01$), y la apertura a la experiencia estaba inversamente relacionada con la anisotropía en la sustancia blanca frontal inferior del hemisferio derecho ($t = 4,61, p = 0,04$). Estos hallazgos demuestran una aparente superposición en la estructura de la sustancia blanca que subyace a i) la varianza normal del pensamiento divergente, ii) la apertura a la experiencia y iii) los rasgos del espectro psicótico, consistente con la idea de un continuo entre las redes asociadas a procesamiento creativo y a enfermedad mental.

30 El N-acetil-aspartato es un metabolito muy abundante en el parénquima cerebral. Se considera que actúa como osmorregulador y donador de grupos acetilo (en el sistema nervioso adulto está localizado en los somas y axones neuronales mas no en las células gliales).

31 La oscilación de las partículas representadas por los protones de los átomos de hidrógeno, produciría una frecuencia oscilatoria directamente proporcional al campo magnético aplicado desde el resonador. De esta manera, 3,0 T (siendo T/teslas, la unidad de densidad de flujo magnético o de inducción magnética) conllevaría a una frecuencia de oscilación de 127,74 MHz (megahercio).

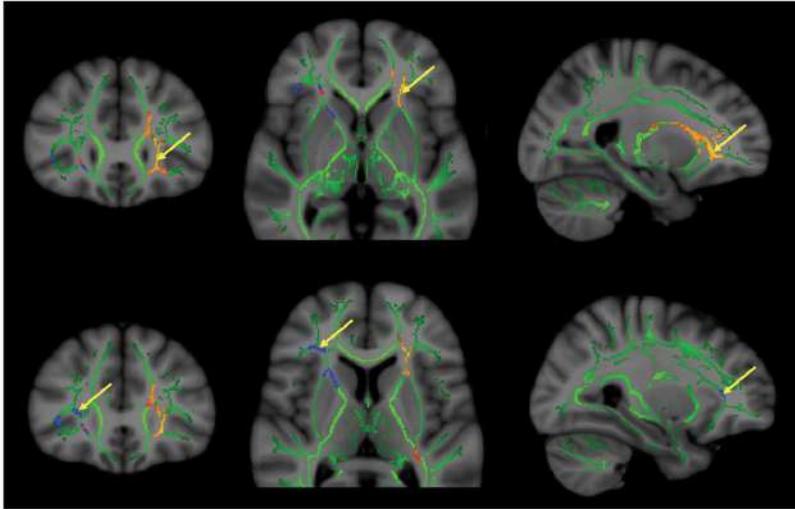


Figura 42. Grupos significativos donde el índice de creatividad compuesto/ ICC (panel superior naranja/rojo) y la apertura a la experiencia (panel inferior, Azul) estaban inversamente relacionados con la anisotropía. Las flechas indican regiones significativas a nivel del plano coronal (izquierda), plano axial (medio) y plano sagital (derecha). Las regiones verdes hacen referencia a la estructura esquelética de la sustancia blanca sobre la que se exploraron las relaciones estadísticas entre las variables de comportamiento (índice de creatividad compuesto y apertura a la experiencia) así como la integridad de la sustancia blanca (anisotropía). Las figuras se presentan en la convención radiológica - lado izquierdo = hemisferio derecho.

Fuente: Tomado de Jung, Grazioplene, Caprihan, Chavez & Haier (2010).

Por otro lado, Son et al. (2015) investigaron a 43 sujetos diagnosticados con esquizofrenia y a 36 participantes sanos utilizando imágenes por tensor de difusión (ITD). Los resultados sugieren una desconectividad hemisférica anterior probablemente asociada con 1) disfunción ejecutiva, 2) desinhibición y 3) difusión de la activación automática en la red semántica, que eventualmente se manifestaría como fluidez fonológica incontrolable o como delirios. Esta desconectividad podría perfilarse como parte de las posibles bases neurales que diferenciarían los síntomas positivos de la esquizofrenia³², de la red neural que constituiría el correlato biológico de la creatividad.

³² Los síntomas positivos de la esquizofrenia hacen referencia a las alucinaciones (que implican percibir algo que realmente no está ahí, dando cuenta de la pérdida del contacto

En este punto de la exposición, es importante reiterar que los estudios neurocientíficos acerca de la creatividad no solamente se han dedicado a investigar sujetos con daño o patología psiquiátrica. Por ejemplo, Takeuchi et al. (2010a) estudiaron la relación entre el volumen regional de la sustancia gris de regiones subcorticales (rGMV por sus siglas en inglés) y la creatividad individual. Con este propósito, evaluaron a 55 sujetos (42 hombres y 13 mujeres) mediante la aplicación del *Test de creatividad S-A* (diseñado para valorar el pensamiento creativo utilizando tres tareas de pensamiento divergente) y con la asignación de una puntuación de creatividad global. Además, a los sujetos también se les aplicaron las *Matrices progresivas de Raven*³³, con el objetivo de tener una medida de capacidad intelectual. Estos resultados se compararon con los datos morfométricos recogidos a través de la resonancia magnética (RM) y se determinó una correlación positiva significativa entre los puntajes en creatividad y las siguientes regiones cerebrales: corteza prefrontal dorsolateral derecha, estriado bilateral, mesencéfalo dorsal, formación reticular, sustancia gris periacueductal, mesencéfalo ventral (*sustancia nigra* y área tegmental ventral) y regiones del precúneo.

Los autores plantean que el aumento del volumen regional de la sustancia gris (rGMV) a nivel de los sistemas dopaminérgicos del cerebro se corresponde con la idea según la cual la construcción compleja de la creatividad requiere habilidades cognitivas tales como memoria de trabajo, atención sostenida, flexibilidad cognitiva y fluidez en la generación de ideas.

Por su parte, Gansler et al. (2011) consideran que el desempeño de sujetos en el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT por sus siglas en inglés)³⁴ puede estar vinculado con el volumen a nivel de áreas corticales especializadas. Con tal propósito, estos investigadores aplicaron el TTCT a una cohorte de 18 sujetos para evaluar la creatividad visuoespacial, mientras su cerebro era escaneado con el objetivo de llevar a cabo un análisis de morfometría basada en vóxeles (VBM por sus siglas en inglés). Los resultados de la investigación

con la realidad). Estos fenómenos alucinatorios pueden presentarse desde las diversas modalidades sensoriales (auditiva, olfativa, gustativa, visual y táctil).

33 Las matrices progresivas de Raven son una prueba psicométrica de inteligencia general que está bien correlacionada con los resultados de las pruebas de coeficiente intelectual general (Raven, 1994).

34 El TTCT fue diseñado por Torrance en 1974 y aún se reconoce como uno de los métodos más comúnmente aceptados para medir tareas visuales y verbales de generación de pensamiento divergente.

mostraron un aumento significativo del volumen del tejido de la sustancia gris a nivel del lóbulo parietal superior derecho correspondiente con el nivel de desempeño en el TTCT. Además, el estudio mostró que el volumen del esplenio del cuerpo calloso (responsable de la conexión entre el lóbulo parietal y los lóbulos occipitales) se correlacionó negativamente con las puntuaciones obtenidas en el desempeño en el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT). Este estudio enfatiza la importancia del procesamiento visuoespacial apoyado por el lóbulo parietal y las vías de sustancia blanca subyacentes a la generación de productos creativos.

A diferencia de los estudios realizados sobre la mayoría de las capacidades cognitivas (incluyendo el coeficiente intelectual), donde se asocia mayor capacidad cognitiva con un aumento del grosor y / o volumen cortical (Draganski et al., 2004; Haier et al., 2005), el procesamiento creativo parece estar relacionado con aumentos y disminuciones en el volumen a través de una amplia red de regiones del cerebro. Los aumentos mencionados se observaron en territorios correspondientes a, 1) el mesencéfalo, 2) el estriado, 3) el precúneo, 4) la corteza prefrontal dorsolateral, 5) el lobulillo parietal superior, 6) la porción posterior del giro cíngulo y 7) el giro angular derecho (Takeuchi et al., 2010a; Gansler et al., 2011; Jung et al., 2010b). Por otro lado, las disminuciones en el espesor cortical se observaron en 1) el giro lingual, 2) el cúneo, 3) el giro angular, 4) el lobulillo parietal inferior, 5) el giro fusiforme, 6) la corteza orbitofrontal y 7) el esplenio del cuerpo calloso (Gansler et al., 2011; Jung et al., 2010b).

Ciertamente, hay una correspondencia importante de regiones cerebrales identificadas en estos tres estudios superponiéndose al valor predeterminado de la denominada *red por defecto* (DMN por sus siglas en inglés), incluyendo el precúneo, las cortezas de los lobulillos parietales inferiores, así como el lóbulo frontal medial y orbitario (Raichle y Snyder, 2007).

Más recientemente, Beaty et al. (2014) emplearon resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en inglés) para evaluar si la capacidad de generar ideas creativas en sujetos se correlaciona con diferencias en la organización funcional de sus cerebros. Los participantes fueron preseleccionados mediante pruebas y asignados a grupos de alta y baja creatividad (tomando como referencia su desempeño creativo). El análisis de la conectividad sugiere una mayor conexión entre la *red por defecto* (DMN) en el grupo de alto desempeño en creatividad. El giro frontal inferior derecho presentó una mayor conectividad funcional con la corteza parietal

inferior bilateral y la corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) izquierda en el grupo de alto desempeño creativo. Los resultados sugieren que en la capacidad de generar ideas creativas está presente una mayor conectividad funcional entre la corteza prefrontal inferior y la *red por defecto*, lo que respalda la idea de una mayor cooperación entre las regiones cerebrales asociadas con el control cognitivo y las regiones de bajo nivel requeridas en los procesos imaginativos.

Teniendo en cuenta que, algunos modelos sugieren fuertes relaciones entre la liberación de dopamina y diversas habilidades creativas Schuler et al. (2019) emplearon análisis de conectividad funcional de datos de imágenes magnéticas funcionales en estado de reposo para estudiar las bases subcorticales de algunos aspectos de la creatividad a la luz de determinados rasgos de la personalidad. La fuerza de la red de conectividad entre los sujetos se correlacionó con el desempeño en una batería de variables psicológicas relacionadas con la creatividad (usando como referencia, el desempeño de sujetos en una tarea de asociaciones remotas/TAR). Las variaciones de la red dopaminérgica parecen señalar diferencias individuales en la dimensión creativa. En este sentido, la red que implica estructuras subcorticales como el núcleo caudado mostró una conectividad más fuerte en individuos con mayores medidas de extraversión, mientras que la conectividad referida a la red mesencefálica se incrementó frente a un mayor comportamiento ideacional y ante una estabilidad emocional más alta.

En una línea investigativa que compara ciertos momentos del desarrollo humano, Kleibeuker, Koolschijn, Jolles, De Dreu & Crone (2013) evaluaron los correlatos neurales del pensamiento divergente en adultos (25-30 años) y en adolescentes (15-17 años). De acuerdo con el paradigma propuesto, los participantes generaron usos alternativos (UA) o características ordinarias (CO) para objetos comunes, mientras su actividad cerebral era escaneada empleando resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en inglés). Los adultos superaron a los adolescentes en el número de soluciones a lo largo de los ensayos de la tarea de generación de usos alternativos (UA) y características ordinarias (CO). El contraste de la actividad neural registrada durante los ensayos al generar usos alternativos (AU) y en la generación de características ordinarias para objetos comunes (CO), reveló un aumento en el reclutamiento del giro angular izquierdo, el giro supramarginal izquierdo y el giro temporal medio bilateral, tanto en adultos como en adolescentes. Cuando sólo se incluyó en el análisis la tarea de usos alternativos, los participantes mostraron una activación

adicional del giro frontal inferior (GFI) y del giro frontal medio (GFM) en los ensayos de generación de usos alternativos (AU), en comparación con las tareas de características ordinarias (CO). En resumen, el análisis de las diferencias individuales mostró una correlación positiva entre las activaciones en la tarea de UA, en relación con la tarea de CO a nivel de GFI/GFM izquierdos; siendo más pronunciadas las activaciones durante el desempeño en la dimensión del pensamiento divergente en los sujetos adultos que en los adolescentes. De esta manera, se propone que la generación de ideas creativas implica tanto el reclutamiento de regiones parietales laterales del hemisferio izquierdo, así como de determinados territorios temporales. Efectivamente, al parecer la generación de múltiples ideas creativas (que se constituye como un sello distintivo del pensamiento divergente) muestra una activación adicional de la corteza prefrontal lateral que aún no ha llegado a optimizarse en la adolescencia.

ESTUDIOS GENÉTICOS Y MOLECULARES

En especies “altamente creativas” como el *homo sapiens sapiens* del que puede plantearse que modificaciones sobre aspectos asociados a un solo gen, resultaría sumamente difícil atribuirle propiedades determinantes de algún tipo de característica relacionada con la cognición creativo (Aurora, 2019).

Aunque hay muy poco referenciado en la literatura, se han efectuado estudios que buscan establecer correlaciones entre productos genéticos como determinadas proteínas que quizá se expresan en proporciones diferenciales en individuos que presentan enfermedad mental (Hall et al., 2006).

La proteína llamada neuregulina 1 (NRG1)³⁵ parece predecir un alto riesgo de aparición de esquizofrenia y de trastorno bipolar, y está relacionada con la mielinización axonal (Thomson et al., 2007; Mei & Xiong, 2008). Ciertamente, se plantea la hipótesis que defiende una relación mecanicista entre la NRG1 en la radiación talámica anterior y el riesgo que tendrían los individuos de presentar trastornos psicóticos (Sprooten, 2009).

35 Es una proteína perteneciente a una familia más amplia de cuatro proteínas llamadas neuregulinas. Estas proteínas cumplen diversas funciones en el neurodesarrollo y desempeñan un papel importante en la embriogénesis de los vertebrados. Algunas de estas funciones están asociadas con: el desarrollo cardíaco, la diferenciación glial, aspectos del desarrollo neural, la formación de la placa neuromuscular, entre otras (Vartanian, Fischbach & Miller, 1999; Burden & Yarden, 1997).

En sujetos normales polimorfismos simples a nivel de determinados nucleótidos de la neuregulina 1 (NRG1), respectivamente SNP8NRG243177 y SNP8NRG221533, podrían predecir una menor anisotropía en la radiación talámica anterior izquierda (Sprooten et al., 2009).

Estudios en esta misma dirección han intentado rastrear (de manera incipiente) posibles relaciones entre sujetos con un alto perfil de habilidades creativas y el riesgo de presentar sintomatología psicótica. Así, hay autores que sugieren que determinadas variaciones a nivel del perfil genético de un individuo generarían un impacto positivo sobre las funciones psicológicas. Específicamente, estos trabajos se refieren a la idea según la cual un polimorfismo en la región promotora del gen de la neuregulina 1 (SNP8NRG243177 / rs6994992) se asociaría con la creatividad en personas con un alto rendimiento intelectual y académico. Curiosamente, los logros creativos más altos, así como los puntajes más elevados en pruebas de creatividad fueron encontrados en sujetos que expresan este tipo de polimorfismo que parece también estar relacionado con el riesgo de padecer psicosis y con alteraciones en la activación de la corteza prefrontal (Kéri, 2009).

Como se mencionó en el capítulo 8, el sistema dopaminérgico (DA) puede estar involucrado en la conducta creativa, sin embargo, los resultados de los estudios realizados hasta la fecha no llegan a ser del todo claros sobre este aspecto. Zabelina, Colzato, Beeman & Hommel (2016) trataron de aclarar esta relación incipiente considerando la posible contribución de las vías dopaminérgicas frontomediales y nigrostriatales (de manera separada y combinada) sobre el desempeño de sujetos en diferentes medidas de creatividad: 1) una versión abreviada de la prueba de pensamiento creativo de Torrance (TTCT por sus siglas en inglés) y 2) un índice del logro creativo en la vida cotidiana. Los autores encontraron que la creatividad se puede predecir a partir de las interacciones entre determinados polimorfismos genéticos relacionados con las vías dopaminérgicas frontales (COMT³⁶) y las vías estriatales (DAT³⁷). Según estas interpretaciones, es importante destacar que la *prueba de To-*

36 La Catecol-O-metiltransferasa (COMT) es una de las enzimas que participan en la degradación de neurotransmisores como la dopamina, la adrenalina y la noradrenalina.

37 El transportador activo de dopamina (DAT por sus siglas en inglés: *Dopamine active transporter*) es una proteína integral de la membrana celular de las neuronas dopaminérgicas. Su función se asocia al transporte de la dopamina (DA) desde el la hendidura sináptica hacia la membrana presináptica. En el interior de la célula presináptica es posible degradar la DA o así mismo, almacenarla en vesículas para llevar a cabo una futura liberación mediante exocitosis.

rrance y el *índice de logro creativo del mundo real* están relacionados con diferentes patrones genéticos, lo que sugiere que estas dos medidas aprovechan diferentes aspectos de la creatividad y dependen de subsistemas dopaminérgicos distintos pero interrelacionados. Particularmente, el éxito en el desempeño en la *prueba de Torrance* está relacionado con polimorfismos dopaminérgicos asociados con un buen rendimiento a nivel de flexibilidad cognitiva y un control medio de sistemas de procesamiento arriba-abajo; o con una flexibilidad cognitiva débil y un fuerte control de sistemas de procesamiento arriba-abajo. Esto último es particularmente cierto para el factor de originalidad propio del pensamiento divergente.

Según estos investigadores el logro creativo en el mundo real o en la cotidianidad (tal como lo evalúa el *Cuestionario de Logro creativo - QC*), está vinculado con polimorfismos dopaminérgicos asociados con un nivel de flexibilidad cognitiva débil, así como con un débil control de sistemas de procesamiento arriba-abajo. Tomados en conjunto, estos hallazgos apoyan la idea de acuerdo con la cual la creatividad humana estaría influenciada por el neurotransmisor dopamina, particularmente por la interacción entre las vías dopaminérgicas frontales y estriatales.

No obstante, aunque se conoce que existe una posible asociación entre el índice de creatividad y la variación molecular a nivel de un gen transportador de dopamina (DRD4), está claro que esta asociación debe implicar otras interacciones complejas que eventualmente involucrarían más genes involucrados en el funcionamiento del sistema dopaminérgico (Aurora, 2019).

CONCLUSIÓN

Desde sus diversos niveles de análisis, las neurociencias están realizando una serie de contribuciones a nivel de la comprensión del procesamiento creativo en relación con ciertas patologías psiquiátricas como lo son la esquizofrenia y el trastorno bipolar. También, se están explorando las alteraciones clínicas vinculadas con los diversos cambios estructurales asociados con determinadas enfermedades neurodegenerativas.

Los datos emergentes de los estudios poblacionales, electrofisiológicos, de neuroimagen, genéticos y moleculares que exploran el comportamiento del cerebro normal, lesionado y psicopatológico asociados al denominado

pensamiento divergente, se hacen necesarios para elaborar una comprensión compleja sobre la relación entre el sistema nervioso, el componente neuropsiquiátrico y el procesamiento creativo.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Cuáles son las relaciones que se han intentado establecer entre la cognición creativa y los desórdenes psiquiátricos?
- ¿Qué revelan los estudios neurocientíficos acerca de la creatividad en cerebros alterados y en cerebros sanos?
- ¿Existe algún tipo de relación entre determinados polimorfismos genéticos y el desempeño creativo?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arden, R., Chavez, R. S., Grazioplene, R., & Jung, R. E. (2010). Neuroimaging creativity: A psychometric review. *Behavioral Brain Research*, 214(2), 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.015>.
- Aurora, C. E. R. (2019). Creativity, DNA, and Cerebral Blood Flow. *Evolutionary and Neurocognitive Approaches to Aesthetics, Creativity and the Arts*, 29.
- Beaty, R. E., Benedek, M., Wilkins, R. W., Jauk, E., Fink, A., Silvia, P. J., ... & Neubauer, A. C. (2014). Creativity and the default network: A functional connectivity analysis of the creative brain at rest. *Neuropsychologia*, 64, 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.019>.
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: the common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>.
- Burden, S., & Yarden, Y. (1997). Neuregulins and their receptors: a versatile signaling module in organogenesis and oncogenesis. *Neuron*, 18(6), 847-855.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136, 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>.

- Fink, A. & Benedek, M. (2013). 10 The Creative Brain: Brain Correlates Underlying the Generation of Original Ideas. *Neuroscience of creativity*, 207. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262019583.003.0010>
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Falz, M., & Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human brain mapping*, 30(3), 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>.
- Finkelstein, Y., Vardi, J., and Hod, I. (1991). Impulsive artistic creativity as a presentation of transient cognitive alterations. *Behav. Med.* 17, 91-94. <https://doi.org/10.1080/08964289.1991.9935164>
- Green, A. E., Cohen, M. S., Raab, H. A., Yedibalian, C. G., & Gray, J. R. (2015). Frontopolar activity and connectivity support dynamic conscious augmentation of creative estate. *Human brain mapping*, 36(3), 923-934. <https://doi.org/10.1002/hbm.22676>.
- Guilford, J. P. (1957). Creative abilities in the arts. *Psychological review*, 64(2), 110. <https://doi.org/10.1037/h0048280>.
- Hall, J., Whalley, H. C., Job, D. E., Baig, B. J., McIntosh, A. M., Evans, K. L., & Lawrie, S. M. (2006). A neuregulin 1 variant associated with abnormal cortical function and psychotic symptoms. *Nature neuroscience*, 9(12), 1477-1478. <https://doi.org/10.1038/nn1795>.
- Howard-Jones, P. A., Blakemore, S. J., Samuel, E. A., Summers, I. R., & Claxton, G. (2005). Semantic divergence and creative story generation: An fMRI investigation. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.05.013>.
- Jauk, E., Benedek, M. & Neubauer, A. (2012). Tackling creativity at its roots: Evidence for different patterns of EEG alpha activity related to convergent and divergent modes of task processing. *International Journal of Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.02.012>
- Jaušovec, N., & Jaušovec, K. (2000). EEG activity during the performance of complex mental problems. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 73-88. *journal of creative behavior*, 46(1), 3-15. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(99\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(99)00113-0).
- Jung, R. E., Grazioplene, R., Caprihan, A., Chavez, R. S., & Haier, R. J. (2010b). White matter integrity, creativity, and psychopathology: disentangling constructs with diffusion tensor imaging. *PloS one*, 5(3), e9818. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009818>.

- Jung, R. E., Segall, J. M., Jeremy Bockholt, H., Flores, R. A., Smith, S. M., Chavez, R. S., & Haier, R. J. (2010a). Neuroanatomy of creativity. *Human brain mapping*, 31(3), 398-409. <https://doi.org/10.1002/hbm.20874>.
- Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biol*, 2(4), e97. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020097>.
- Kapur, N. (1996). Paradoxical functional facilitation in brain-behaviour research. *Brain*, 119(5), pp. 1775-1790. <https://doi.org/10.1093/brain/119.5.1775>.
- Kéri, S. (2009). Genes for psychosis and creativity. A promoter polymorphism of the Neuregulin 1 Gene is related to creativity in people with high intellectual achievement. *Psychological Science*, 20(9), 1070-1073. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02398.x>.
- Kinney, D. K., Richards, R., Lowing, P. A., LeBlanc, D., Zimbalist, M. E., & Harlan, P. (2001). Creativity in offspring of schizophrenic and control parents: an adoption study. *Creativity Research Journal*, 13(1), 17-25. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1301_3.
- Kleibeuker, S. W., Koolschijn, P. C. M., Jolles, D. D., De Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2013). The neural coding of creative idea generation across adolescence and early adulthood. *Frontiers in human neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00905>.
- Kounios, J., & Beeman, M. (2009). The Aha! Moment the cognitive neuroscience of insight. *Current directions in psychological science*, 18(4), 210-216. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01638.x>.
- Kyaga, S., Lichtenstein, P., Boman, M., Hultman, C., Långström, N., & Landén, M. (2011). Creativity and mental disorder: family study of 300 000 people with severe mental disorder. *The British Journal of Psychiatry*, 199(5), 373-379. DOI: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.110.085316>.
- Lythgoe, M. F., Polak, T., Kalmus, M., De Haan, M., and Khean, C. W. (2005). Obsessive, prolific artistic output following subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 64, 397-398. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000150526.09499.3e>
- Maurer K, Pruculoli C (2004) Paintings of an artist with Alzheimer's disease: visuoconstructural deficits during dementia. *J Neural Transm* 111:235-245. <https://doi.org/10.1007/s00702-003-0046-2>.
- McIntosh, A. M., Maniega, S. M., Lymer, G. K. S., McKirdy, J., Hall, J., Sussmann, J. E., & Lawrie, S. M. (2008). White matter tractography in bi-

- polar disorder and schizophrenia. *Biological psychiatry*, 64(12), 1088-1092. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.07.026>.
- Mei, L., & Xiong, W. C. (2008). Neuregulin 1 in neural development, synaptic plasticity and schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(6), 437-452. <https://doi.org/10.1038/nrn2392>.
- Midorikawa, A., and Kawamura, M. (2014). The emergence of artistic ability following traumatic brain injury. *Neurocase*. <https://doi.org/10.1080/13554794.2013.873058>. [Epub ahead of print].
- Miller, B. L., Cummings, J., Mishkin, F., Boone, K., Prince, F., Ponton, M., & Cotman, C. (1998). Emergence of artistic talent in frontotemporal dementia. *Neurology*, 51(4), 978-982. <https://doi.org/10.1212/WNL.51.4.978>.
- Miller, B. L., Ponton, M., Benson, D. F., Cummings, J. L., & Mena, I. (1996). Enhanced artistic creativity with temporal lobe degeneration. *The Lancet*, 348(9043), 1744-1745. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)65881-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)65881-3).
- Mok, L. W. (2014). The interplay between spontaneous and controlled processing in creative cognition. *Frontiers in human neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00663>.
- Nakamura, M., McCarley, R. W., Kubicki, M., Dickey, C. C., Niznikiewicz, M. A., Voglmaier, M. M. & Shenton, M. E. (2005). Fronto-Temporal Disconnectivity in Schizotypal Personality Disorder: A Diffusion Tensor Imaging Study. *Biological psychiatry*, 58(6), 468-478. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.04.016>.
- Nettle, D., & Clegg, H. (2006). Schizotypy, creativity and mating success in humans. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 273(1586), 611-615. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3349>.
- Pollak, T. A., Mulvenna, C. M., and Lythgoe, M. F. (2007). De novo artistic behaviour following brain injury. *Front. Neurol. Neurosci.* 22, 75-88. <https://doi.org/10.1159/000102873>
- Raij, T. T., Riekkki, T. J. & Hari, R. (2012). Association of poor insight in schizophrenia with structure and function of cortical midline structures and frontopolar cortex. *Schizophrenia research*, 139(1), 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2012.05.011>.
- Ramnani, N. & Owen, A.M. (2004). Anterior prefrontal cortex: Insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nrn1343>.
- Rankin, K. P., Liu, A. A., Howard, S., Slama, H., Hou, C. E., Shuster, K., & Miller, B. L. (2007). A case-controlled study of altered visual art production in Alzheimer's and FTL. *Cognitive and behavioral neu-*

- rology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, 20(1), 48. doi: 10.1097/WNN.0b013e31803141dd.
- Razumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: An EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10(1), 11–18. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00017-3).
- Richards, R., Kinney, D. K., Lunde, I., Benet, M., & Merzel, A. P. (1988). Creativity in manic-depressives, cyclothymes, their normal relatives, and control subjects. *Journal of abnormal psychology*, 97(3), 281. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.97.3.281>.
- Santosa, C. M., Strong, C. M., Nowakowska, C., Wang, P. W., Rennie, C. M., & Ketter, T. A. (2007). Enhanced creativity in bipolar disorder patients: a controlled study. *Journal of affective disorders*, 100(1), 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2006.10.013>.
- Schuler, A. L., Tik, M., Sladky, R., Luft, C. D. B., Hoffmann, A., Woletz, M. & Windischberger, C. (2019). Modulations in resting state networks of subcortical structures linked to creativity. *NeuroImage*, 195, 311-319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.03.017>.
- Schott, G. D. (2012). Pictures as a neurological tool: lessons from enhanced and emergent artistry in brain disease. *Brain* 135, 1947–1963. doi: 10.1093/brain/awr314.
- Schwab, D., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). The time-course of EEG alpha power changes in creative ideation. *Frontiers in human neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00310>.
- Simeonova, D. I., Chang, K. D., Strong, C., & Ketter, T. A. (2005). Creativity in familial bipolar disorder. *Journal of psychiatric research*, 39(6), 623-631. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2005.01.005>.
- Simis, M., Bravo, G. L., Boggio, P. S., Devido, M., Gagliardi, R. J., and Fregni, F. (2013). Transcranial direct current stimulation in de novo artistic ability after stroke. *Neuromodulation*. <https://doi.org/10.1111/ner.12140>. [Epub ahead of print].
- Son, S., Kubota, M., Miyata, J., Fukuyama, H., Aso, T., Urayama, S. I. & Takahashi, H. (2015). Creativity and positive symptoms in schizophrenia revisited: Structural connectivity analysis with diffusion tensor imaging. *Schizophrenia research*, 164(1), 221-226. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2015.03.009>
- Sprooten, E., Lymer, G. K. S., Maniega, S. M., McKirdy, J., Clayden, J. D., Bastin, M. E., ... & McIntosh, A. M. (2009). The relationship of anterior thalamic radiation integrity to psychosis risk associated neu-

- regulin-1 variants. *Molecular psychiatry*, 14(3), 237-238. <https://doi.org/10.1038/mp.2008.136>.
- Sussmann, J. E., Lymer, G. K. S., McKirdy, J., Moorhead, T. W. J., Maniega, S. M., Job, D., & McIntosh, A. M. (2009). White matter abnormalities in bipolar disorder and schizophrenia detected using diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Bipolar disorders*, 11(1), 11-18. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5618.2008.00646.x>.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Fukushima, A., & Kawashima, R. (2010). White matter structures associated with creativity: evidence from diffusion tensor imaging. *Neuroimage*, 51(1), 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.02.035>.
- Thomson, P. A., Christoforou, A., Morris, S. W., Adie, E., Pickard, B. S., Porteous, D. J., ... & Evans, K. L. (2007). Association of Neuregulin 1 with schizophrenia and bipolar disorder in a second cohort from the Scottish population. *Molecular psychiatry*, 12(1), 94-104. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001889>.
- Torrance, E. P. (1968). *Torrance tests of creative thinking*. Personnel Press, Incorporated.
- Vartanian, T., Fischbach, G., & Miller, R. (1999). Failure of spinal cord oligodendrocyte development in mice lacking neuregulin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(2), 731-735. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.2.731>.
- Zabelina, D. L., Colzato, L., Beeman, M., & Hommel, B. (2016). Dopamine and the creative mind: individual differences in creativity are predicted by interactions between dopamine genes DAT and COMT. *PloS one*, 11(1), e0146768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146768>.
- Zaidel, D. W. (2014). Creativity, brain, and art: biological and neurological considerations. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 389. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00389>.

CAPÍTULO 10.

LA CREATIVIDAD: MÁS ALLÁ DEL PRINCIPIO DE PLACER Y LA COMPULSIÓN DE REPETICIÓN

Alba L. García Fajardo

<https://orcid.org/0000-0003-1917-2091>

albalucero Garcia@yahoo.es

Universidad Icesi.Cali, Colombia

Cita este capítulo:

García-Fajardo AL. La creatividad: más allá del principio de placer y la compulsión de repetición. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 277-286.

LA CREATIVIDAD: MÁS ALLÁ DEL PRINCIPIO DE PLACER Y LA COMPULSIÓN DE REPETICIÓN

Alba L. García Fajardo

*El arte, manto simbólico que
cubre nuestro ser monstruoso y
mediante el cual nos apoderamos de sí.*
Alejandra Piza

RESUMEN

La creatividad ha sido pensada desde diversas disciplinas y enfoques teóricos. No obstante, en el presente escrito se lleva a cabo una aproximación a la creatividad con base en experiencias construidas a nivel profesional y desde una mirada psicoanalítica. La reflexión se inicia proponiendo que la creatividad en su acepción popular, es propia de la especie humana, para luego asumir como centro el artista (con el propósito de elaborar algunas comprensiones acerca del ser humano). Así, se aborda la creatividad analizando la manera como el arte en tanto expresión simbólica, reúne el *principio de placer* y la *com-pulsión de repetición*, mediante la representación que opera a modo de externalización y apoderamiento de la tensión y por ende de transformación. Esta última desde la perspectiva de lo nuevo que nace del acto creativo. De modo que, la obra de arte (el esfuerzo representacional) emerge como el eslabón creativo en el que se reúnen el vacío, la com-pulsión de repetición, el principio de placer y la vida fundada en una eficacia de carácter colectivo. Ciertamente, se considera que los demás hombres también imaginan otras realidades pero sus creaciones estarían atadas a un padecimiento, a la pulsión de muerte, generando una repetición, un eterno retorno en la actuación desde la escenificación, cuyos efectos se caracterizan por un carácter efímero e individual³⁸.

38 Ello implica que, para entender al ser humano no basta con reconocer el papel de la conciencia tal como lo sugiere el concepto de inteligencia emocional (Coleman, 2004).

INTRODUCCIÓN

Referirse a la creatividad, desde una perspectiva cotidiana, implica la capacidad de inventar o crear, y aviva un tipo de entusiasmo particular, puesto que se constituye como la oportunidad de pensar acerca de un asunto considerablemente poco explorado y de gran interés desde el concepto de inconsciente. Por otro lado, el hecho según el cual la creatividad ha sido altamente abordada tratando de encontrar la respuesta asociada al objetivo de reproducirla en cada uno de los seres humanos, pero con resultados altamente evasivos desde su consecución, genera una atmósfera de urgencia que alimenta el interés por comprenderla.

En los siguientes párrafos se aborda la creatividad con el propósito de aproximarse a un nivel de reflexión que posibilite ampliar su comprensión acudiendo a lo que metafóricamente entendemos como las “profundidades del alma humana” y en función de un interés que discurre más allá de “recetas prácticas”.

Para iniciar la presente reflexión es importante señalar que, si desde ciertas perspectivas la creatividad es la capacidad de crear algo, entonces todos los seres humanos podríamos definirnos como individuos creativos. En buena medida esto es cierto pues como especie nos caracterizamos por dos condiciones particulares asociadas a dicha definición: Somos una especie neoténica³⁹ e interpretativa. Como sabemos, nuestro cerebro tiene la flexibilidad para modelarse de infinitas maneras según el contexto cultural particular, es decir, podemos alcanzar diversos desarrollos a nivel cognitivo y emocional. También, al ser una especie interpretativa se nos abre un espacio infinito de comprensión, o sea, de múltiples representaciones de la realidad tanto personal como contextual. A lo largo de nuestras vidas creamos múltiples explicaciones alrededor de la existencia, tanto conscientes como inconscientes. De esta manera, no habría estaticismo ni prefiguraciones radicales, ya que los seres humanos somos *seres por hacer en ser* y eso nos enfrenta a la particularidad humana. A nivel de nuestra psicología individual somos altamente diversos y otra vez tendríamos que aceptar la emergencia de la creatividad respecto a la subjetividad, en términos de la manera única

39 Conservamos rasgos infantiles aún en la edad adulta, que nos hacen físicamente similares a nuestros ancestros filogenéticos, pero en su disposición morfológica temprana. Lo cual puede asociarse a vínculos más prolongados durante la crianza y a aspectos relacionados con la flexibilidad de la que estamos dotados.

y especial que tenemos para apropiarnos de la realidad, que se traduce dinámicamente en las diversas formas de ser.

LA CREATIVIDAD MÁS ALLÁ DEL ARTE Y LA CIENCIA

Por lo general, cuando hablamos de creatividad hacemos referencia al arte y a la ciencia en tanto manifestaciones humanas que están caracterizadas por su disposición a lo nuevo. A partir de este supuesto, nos resulta evidente que éstas son disposiciones sobre las cuales todos estamos de acuerdo en que, ilustran y representan la creatividad. No obstante, si todos tenemos cierta disposición hacia la acción creativa ¿qué es lo que hace que no todos lleguemos a convertirnos en artistas y/o científicos? ¿Qué permite que los artistas y los científicos sean considerados creativos y los demás mortales no o muy poco?

Por supuesto que no es el propósito de este capítulo contestar dichas preguntas, sin embargo, se considera viable trabajar sobre algunos elementos que nos pueden aproximar a la comprensión de la creatividad en los artistas⁴⁰ para posteriormente derivarnos hacia algunas conclusiones sobre nosotros, los demás mortales.

Con Sigmund Freud (el fundador del psicoanálisis) sabemos qué, al nacer, el ser humano se encuentra del lado del *principio del placer* y que luego este principio, por intercambios con el mundo, se va transformando en *principio de realidad*. Sin embargo, también sabemos que los seres humanos no renunciamos jamás al placer una vez que lo conocemos, simplemente lo sustituimos o lo postergamos. En cuanto al artista, él también ha tenido que renunciar a la satisfacción plena, pero encuentra el camino mediante el cual une el principio de placer (es decir el restablecimiento del equilibrio) con una forma de vacío (algo que probablemente perdimos muy tempranamente y que determina el resto de nuestra existencia) y con la com-pulsión de repetición. Así, el artista logra establecer un vínculo entre el principio rector de la vida psíquica, el vacío que queda de la renuncia al placer alguna vez vivido y la necesidad continua e impetuosa de experimentarlo nuevamente⁴¹.

40 Debido a mi interés personal sobre el arte, me referiré en el resto del texto al artista.

41 El arte nos muestra una posibilidad aceptada socialmente al logro de la completud, diversa a la que realiza la heroína eurípidea del siglo V a.C. Medea (García, 2011) y muchas mujeres de esta época (García, 2012).

De esta manera, se puede considerar que en el arte habría un retorno, una repetición, pero no asociada a la *pulsión de muerte* sino a la *pulsión de vida*. Un retorno que evidentemente se concretiza en la obra de arte (en cuanto representación más allá de la acción), y es retorno en cuanto que la excitación de la pulsión se une de manera armónica y perfecta con el principio del placer. En este sentido, como principio, el placer se activa en el arte, desde una repetición a modo de representación de eso que genera tensión, eso terrible que nos constituye como seres humanos (Baudelaire, 2013). Particularmente, el arte es la concreción de esa unión entre el vacío, la com-pulsión de repetición y el principio de placer. Sobre el vacío, se aceptaría que genera la expresión de la pulsión reprimida, a lo que el principio le da una delimitación mediante el fantasear, que busca restablecer el equilibrio psíquico perdido. Se trata entonces de esa repetición que nos aproxima a aquello que nunca podría vivirse de la misma manera, puesto que cada momento de la existencia humana resulta ser irrepetible (esa es una verdad difícil que apresura lo humano). La repetición como la evidencia de la imposibilidad de volver al límite que define, en los territorios que favorecerían la recuperación del placer original, es decir el equilibrio ideal, la completud. Eso justifica la compulsión de repetición.

EL ARTE Y UN ORDENAMIENTO DEL TIEMPO

Como existencia, la obra de arte es la vía sustitutiva para satisfacer el deseo, es decir, la evidencia de una falta y la falta como evidencia referida a la pérdida del placer alguna vez vivido, en donde el arte mismo se erige como una satisfacción sustitutiva asociada al deseo de completud.

La obra de arte recoge la excitación de la vida anímica para darle una salida a modo de representación. En este sentido, el arte sería una repetición en tanto representación que permite la reducción de esa excitación. El arte como representación de una satisfacción perdida reúne al placer y a la compulsión de la repetición, para producir algo nuevo, constituyéndose como acción simbólica mediante la cual el individuo arroja, saca de sí, aquello que causa tensión, produciendo una sensación de apoderamiento y de control, en cuanto implica un papel activo que conduce a la reducción de la tensión emocional dentro de una externalización poderosa y grandiosa que no solo brinda satisfacción a su autor sino también a los demás seres humanos.

Efectivamente, la creación artística establece un nuevo orden que brinda satisfacción a su autor (Freud, 1907), o sea que el arte es una forma, una exterioridad, en la cual tiempo y espacio son modificados y articulados al placer, conquistando así una representación de las tendencias más profundas del hombre y una satisfacción perenne.

El placer encuentra en el arte una manera novedosa y positiva de vivirse, en donde la representación no tiene una connotación efímera de presente evanescente, por el contrario, se constituye como un tiempo infinito (pasado y futuro se congelan en un presente que permanece y por ende no implica de nuevo la repetición aunque se origina en ella) y un espacio contenedor, donde los sentimientos del artista se convierten en la historia, en la narración (una representación) que se construye para otro, “para alguien o muchos que quieran escuchar mi historia”⁴². En esa historia, los matices del yo son expuestos a los otros por medio de un proceso de externalización indispensable para lograr la serenidad del ser. Cuando ello no funciona, sólo resta la escenificación, la *repetición del acto*, tal como lo expresara una canción cuando plantea que, “para ahuyentar la soledad, para espantar la decepción porque estas ansias de vivir no caben en una canción, porque no importa el porvenir [...] Un vuelo kamikaze a la eternidad”⁴³. Cabe señalar que la muerte (en tanto acto) y el arte (en tanto representación) tienen en común la eternidad, mientras dan cuenta de lo imposible.

Ciertamente, el arte se erige en una fuente de placer o de goce y la identificación no solo tiene lugar con tendencias ominosas, sino también a través de un “motor” de la vida psíquica: el principio del placer (unido a la com-pulsión de repetición y a un esfuerzo representacional que congela lo irrepitible –el plus–). De este modo, la identificación por parte del espectador emerge como evidencia de la com-pulsión de repetición, pero con una forma exterior avalada socialmente.

CREACIONES NEURÓTICAS Y CREACIONES ARTÍSTICAS

No obstante, en este punto cabe preguntarse: ¿Qué pasa con las creaciones noveladas del neurótico? El neurótico crea novelas, también fantasea e

42 Frase de la canción *Girl* de los Beatles.

43 Apartes de la canción de AmaraL *Kamikaze*.

imagina otras realidades, pero sus creaciones están atadas a su padecimiento, a la pulsión de muerte, generando una repetición, un eterno retorno en la actuación con cierta reducción de la excitación en la vida anímica, mientras que el artista al crear retorna, pero esta vez, se trata de un retorno que genera una representación ligada al placer, y no una actuación propia de la pulsión.

De acuerdo con este planteamiento, en el arte habría una representación creativa y placentera, que lo convierte en un “reino intermedio”, una exteriorización nueva que repite el pasado, pero impregnado de placer al hacer de éste una representación. Por tanto, el arte sería una repetición NO fallida, puesto que a cambio de la acción y el velo que oculta la tensión, se abre paso a la representación y por ende a la exteriorización. Puntualmente, enaltecer, sobreestimar y añorar serían elementos propios de las fantasías de los neuróticos, que también están presentes en las fantasías ligadas a las obras de arte, pero a modo de representación.

En los neuróticos la satisfacción no total vinculada a las fantasías se reduce al individuo, mientras que, las fantasías del artista se comparten, es decir, ambas tienen un origen egocéntrico, pero las del segundo logran exteriorizarse mediante una victoria del principio del placer en cuanto a su aceptación y reconocimiento social (referido al esfuerzo representacional), a una externalización y por supuesto a una menor dosis de egoísmo. El arte entonces da cuenta de la verdad no histórica sino narrativa (Bruner, 1991), pues tanto una novela como una pintura se exteriorizan a través de diversas formas de la verdad de ser o de no ser con placer. Una verdad que da cuenta de los sentimientos más profundos del hombre, de un modo tal, que no hay certezas absolutas, sólo probabilidades con las que cada uno de los mortales se identificaría.

Así, podría considerarse que la creación artística emergería como una soldadura de dos fragmentos: la fantasía (representación de deseo) y la operación activa de autosatisfacción asociada al acto de plasmar, al representar (como un doble esfuerzo representacional), alzándose cual empresa egocéntrica entroncada en la creación de otra realidad, en la ganancia del placer (no solo individual sino colectivo) y en el reconocimiento de la ausencia de certezas como parte de lo humano (Claudel, 2016).

CONCLUSIÓN

En últimas, podría plantearse que el arte como satisfacción sustitutiva de carácter simbólico y de origen inconsciente, da cuenta de la creatividad en algunos seres humanos que logran ir más allá de la acción consiguiendo representar aquello reprimido y tensionante en un esfuerzo por construirse de otro modo⁴⁴.

Así, el arte tanto para el artista como para el resto de los seres humanos, mediante la identificación, promueve la “repetición creativa”, el acceso al principio de placer y por ende a una vida que se hace posible en sociedad.

En aras de la reflexión, cabe plantearse dos “preguntas de cierre” que paradójicamente “abrirían” la discusión hacia terrenos analíticos importantes: ¿Resulta pertinente unir la com-pulsión de repetición y el principio del placer para aproximarse a la creatividad? ¿Se puede afirmar que la creatividad sería el resultado de una labor representacional doble que consume el artista y de la cual nos servimos los demás seres humanos?

PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Qué papel juegan el principio del placer y la com-pulsión de repetición en el acto creativo?
- ¿Cuál es la relación entre el crear asociado al neurótico y el crear propio del artista?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baudelaire, C. (2013). *Las Flores del Mal*. Bogotá: Editorial Panamericana.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. La Autobiografía del Yo*. Madrid: Editorial Alianza.
- Chomsky, N. (2001). *La (des) educación*. Barcelona: Crítica.
- Claudel, P. (2017). *Almas grises*. Barcelona: Ediciones Salamandra.
- Freud, S. (1895-1939). *Obras Completas*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

44 Acto que implica abandonar formas conocidas y buscar otras, algo así como una des-educación, en términos de Chomsky (2001).

García Fajardo, A. L. (2011). Maternidad y pulsión de muerte en la tragedia griega Medea.

García Fajardo, A. L. (2012). *De lo sublime a lo patético en la relación de pareja. El amor como un engaño compartido, un poder deliberado que intimida y doblaga el alma*. Santiago de Cali: Velásquez Digital S.A.S.

CAPÍTULO 11.

CLÍNICA DE LA SALUD MENTAL, ARTE Y ACTO CREATIVO

Amanda Astudillo Delgado

<https://orcid.org/0000-0002-8443-4388>

amanda1studillo@hotmail.com

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Alba L. García Fajardo

<https://orcid.org/0000-0003-1917-2091>

albalucerogarcia@yahoo.es

Universidad Icesi

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Astudillo-Delgado A., García-Fajardo AL. y Ocampo ÁA. Clínica de la salud mental, arte y acto creativo. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 287-307.

CLÍNICA DE LA SALUD MENTAL, ARTE Y ACTO CREATIVO

Amanda Astudillo D. - Alba L. García Fajardo - Álvaro A. Ocampo.

RESUMEN

El capítulo aborda el lugar de áreas, como la psicopatología y la psicología clínica, en la comprensión de la creatividad, a la luz de lo que entendemos como salud mental y sufrimiento. Para ello se toman como punto de referencia algunos de los grandes personajes creativos de la historia y la posible relación existente entre la fantasía del artista y las formas de pensamiento presentadas por individuos con ciertas clases de psicopatologías.

INTRODUCCIÓN

En la bellísima pintura titulada *La Nascita di Venere* (*El nacimiento de Venus*) de Sandro Botticelli (1484), se trae a colación el sentido de Venus no solo como diosa del amor sino en relación con la idea de “saber”. Aunque la mitología plantea realmente que Venus nace de los genitales de Urano cuando su hijo Saturno los arranca y los tira al mar, más precisamente, lo que representa esta pintura es el arribo de Venus sobre una concha empujada por dioses alados en medio de una lluvia de flores a la playa de una de las islas conocidas como Chipre (Pafos o Citerea).



Figura 43. *El nacimiento de Venus* (Sandro Botticelli).

Fuente: Tomado de la Galeria Uffizi, sala Borticelli virtual (<https://bit.ly/3wrJU6H>).

La Venus de Botticelli, más que representar un mensaje sensual o erótico relacionado con el cuerpo, hace referencia a la *inteligencia suprema* o el máximo nivel de conocimiento. Seguramente este conocimiento podría constituirse como el anhelo que desearía alcanzar todo investigador apasionado, tanto en el ámbito de las ciencias humanas como en las denominadas ciencias de orden positivista.

Evidentemente, el arribo al conocimiento de lo humano no consiste solo en la llegada a un lugar dónde el saber está dado, sino que puede perfilarse como una construcción que se genera a partir de una serie de raíces históricas.

A lo largo de este capítulo, se revisa brevemente cómo es que la psiquiatría, la psicología y las neurociencias pueden llegar a establecer vínculos que favorecen el conocimiento que llega a construirse alrededor de un ser humano en aras de la comprensión de sus procesos psicológicos y de su cognición creativa. Para tal fin, se hace alusión a algunos aspectos históricos relacionados con el surgimiento de la psicología clínica al calor de la medicina y particularmente de la psiquiatría. También se retoma la importancia del reconocer los sucesos de la vida personal de algunos personajes considerados como “grandes genios” a nivel de determinado ámbito. Por último, se aborda de manera sintética el problema de las posibles relaciones que pueden existir entre los procesos creativos y la presencia de la enfermedad mental o de algún tipo de compromiso neurológico en el ser humano.

PSICOPATOLOGÍA, PSICOLOGÍA CLÍNICA Y SUBJETIVIDAD

Particularmente, en lo que respecta a los orígenes de la psicología clínica es posible afirmar que ésta, de alguna manera retoma el aspecto clínico de la ciencia médica en el sentido del interés por el sujeto enfermo. Aun cuando en determinadas prácticas históricas la medicina se aproximó a la figura del individuo enfermo sin desplegar ningún tipo de aparatología para explorar y tratar sus enfermedades. Efectivamente, lo que se resalta es del interés del médico por “leer” una serie de síntomas para tomar una decisión clínica en pro de la salud de la persona enferma. En la pintura titulada *El niño enfermo* de Arturo Michelena (1887) se representa a un niño postrado en una cama probablemente con una condición febril. También aparecen su madre y el médico tratando de dilucidar qué es lo que ocurre con el paciente para llevar a cabo los procedimientos necesarios.



Figura 44. *El niño enfermo* (Arturo Michelena).

Fuente: Tomado de Institutional Assets and monuments of Venezuela (<https://bit.ly/2PTocrt>)).

Por otro lado, en la pintura denominada *El doctor*, Luke Fildes (1891) presenta una cama improvisada por dos sillas y un niño postrado, posiblemente afectado por la tuberculosis. Sus padres se ilustran al fondo de la habitación. Específicamente, su padre se encuentra esperando con preocupación la decisión que puede tomar el doctor. La madre permanece recostada sobre una mesa, quizá llorando tristemente ante la situación de su hijo. Por su parte, el doctor tiene la mano en su barbilla, haciendo referencia al acto razonado que lo guiará hacia una conclusión desde la interpretación de los síntomas de aquel niño enfermo.



Figura 45. *El doctor* (Luke Fildes).

Fuente: Tomado de Tate Gallery virtual (<https://bit.ly/3wpWN16>).

Efectivamente, de algún modo la psicología heredó el interés del médico sobre esa relación con el ser humano enfermo, sin embargo, también puede decirse que se alimentó de la perspectiva clínica emergente de la patología psiquiátrica, así como de la neurología.

En este sentido, en la pintura llamada *Lección clínica en la Salpêtrière*, Pierre André Brouillet (1887), ilustra la escena que tenía lugar los martes durante las sesiones en las que Charcot explicaba (con ejemplos vivos) casos de pacientes a un grupo de profesionales entre los que se encontraban médicos, oftalmólogos, psiquiatras, psicoanalistas, entre otros. Actualmente, se reconoce a Charcot como uno de los más importantes precursores de la neurología puesto que realizó un aporte muy importante a la comprensión de la enfermedad mental.



Figura 46. *Lección clínica en la Salpêtrière* (Pierre Andre Brouillet).

Fuente: Tomado de The Journal of Physician Assistant Education: Volume 22 (<https://bit.ly/2ProXIE>).

En este caso particular, Charcot se encuentra impartiendo una clase de neurología con el “apoyo” de Blanche Wittman (quien está caída) una de sus pacientes histéricas más reconocidas. El hombre que está sosteniendo a la mujer enferma de histeria es Babinski el prominente médico reconocido por haber descrito el reflejo que lleva su nombre⁴⁵.

Para señalar de una manera más puntual los puntos de conexión entre la disciplina psiquiátrica y la psicología, es necesario referirse a la distinción entre la patología psiquiátrica y la clínica de lo patológico. Ciertamente, mientras que la patología psiquiátrica aporta a la comprensión de una serie de síntomas que van constituyendo una semiología para elaborar una clasificación de lo que padece un ser humano (en aras de prescribir una serie de tratamientos o encaminar diversos procedimientos dirigidos por una serie de protocolos medianamente definidos), la clínica de lo patológico se centra en la vivencia subjetiva que reside en el sufrimiento del individuo enfermo.

45 El reflejo de Babinski es un indicativo patológico cutáneo/plantar de daño en el sistema piramidal.

De acuerdo con Lagache (1982), la finalidad de la psicología clínica es aconsejar, curar o educar, puesto que al psicólogo clínico lo que le interesa es conocer qué representaciones se hace el individuo de él mismo y de los demás. Esto implica, claro está, sus representaciones del mundo y el sentido de la vida que construye. Según Favez-Boutonier (1996) el interés de la psicología clínica es el ser humano en cuanto que existe y se siente existir como un ser único con una historia personal que no puede equipararse a ninguna otra.

Esta implicación que pretende realizar la psicología clínica del mundo subjetivo del individuo, desde su definición, no necesariamente cae reducida a lo patológico. Por ejemplo, la misma Favez-Boutonier hace referencia a una psicología clínica “generalista” que implicaría también la búsqueda de la comprensión del sujeto “sano”. En este sentido, Jung (1959) trató de urdir un sistema propio (que inicia con las ideas que conformarían la *escuela de psicología compleja*) que propone que la “psicología analítica” no solamente debería considerarse como un método para “curar” sino también como una posibilidad para contribuir al desarrollo de la personalidad del ser humano a través del proceso de individuación.

Ciertamente, en tanto la psicología empieza a aproximarse al saber acerca del individuo, la clínica de lo psicológico comienza a cobrar sentido. En este punto, también resulta esencial hacer referencia al pensamiento de Anzieu (1974) cuando postula que la psicología clínica por excelencia es una psicología individual y social, normal y patológica, que concierne al recién nacido, al niño, al adolescente, al adulto, al hombre maduro, al ser que envejece y finalmente al agonizante.

De esta manera, se sugiere una distinción interesante y seguramente complementaria entre la dimensión de la patología psiquiátrica y la dimensión implícita en la clínica de lo patológico.

Por otro lado, es importante mencionar que históricamente acontecieron una serie de condiciones que favorecieron la consolidación de la psicología clínica (la cual terminó por surgir formalmente a finales de la segunda guerra mundial). La primera condición favorecedora tiene que ver con la comprensión de la individualidad como objeto de conocimiento, que se posibilita en la medida en que se le confiere un estatus a esa singularidad como posible fuente de producción de saber respecto al ser humano. La segunda condición favorecedora, radica en la necesidad de escribir y ordenar los hechos antes de explicarlos, lo cual implica el ejercicio sistemático que

le permitiría al psicólogo clínico organizar y secuenciar una serie de hechos de la historia de vida de un sujeto para poder comprender su realidad actual. La tercera condición favorecedora estaría vinculada al surgimiento de posturas más flexibles paralelas a los grandes sistemas dogmáticos, que quizás tuvo lugar a raíz de la metodología que fortaleció el ejercicio de la psicología clínica a través de estudios de caso ampliamente documentados. Paulatinamente, esta aproximación empezó a ganar respetabilidad en algunos círculos dentro del argot clínico.

Hablando de la relación entre la psiquiatría y la psicología, es importante plantear que el mismo Foucault (1961) levantó una serie de críticas sobre los métodos de la psiquiatría y su posición frente al fenómeno de la enfermedad y la subjetividad. De este modo, en una de sus obras más reconocida denominada “Historia de la locura” este autor plantea que lo que pretende con este libro es hacer sentir cómo hasta cierto momento se había dado un diálogo abierto entre la locura y la psiquiatría, sin embargo, cuando la psiquiatría más tradicional empezó a imponerse con sus métodos, con su sistemática, con su clasificación y con sus tratamientos; el ser humano (exponente de la locura) se borró como sujeto de la palabra:

[...] a constitución de la locura como enfermedad mental a fin del siglo XVIII, supone la constatación de un diálogo roto, da a la separación como ya admitida, y hunde en el olvido todas esas palabras imperfectas, sin sintaxis fija, un poco balbuceantes, en las cuáles se efectuaba el intercambio entre la locura y la razón. El lenguaje de la psiquiatría, que es monólogo de la razón sobre la locura, no ha podido establecerse más que sobre tal silencio. No he querido hacer la historia de ese lenguaje sino más bien la arqueología de ese silencio.

Estas palabras aparecen en el prefacio de su obra de 1961 y desaparecen en las ediciones posteriores. Para mayor información revisar *Dits et Écrits I*, pp. 159 y ss.

Evidentemente, con el supuesto silencio de la locura, también calla en su desaparición el individuo que “padece la enfermedad”. Esto tiene lugar, porque las instituciones al imponerse con su razón científica, con toda su arquitectura intelectual, en algunas oportunidades establecen una serie de relaciones de poder que desembocan en el silenciamiento de lo que tiene que decir el ser humano que es “portador” o no de la “enfermedad mental”. No obstante, la perspectiva propuesta en este documento de manera

categoría toma distancia de algunas posiciones que desde la filosofía y la psicología alimentan una postura que se materializa en la *antipsiquiatría* (Cooper & García, 1979). Estas posturas mantienen una crítica dirigida a un segmento histórico de la disciplina psiquiátrica que representaría tan solo un remanente del estado actual de la disciplina y no se correspondería con su quehacer cotidiano.

Algunas de estas críticas que resuenan en los espacios laborales de la psicología clínica y educativa aplicada, se basan en: 1) el ataque al supuesto carácter mecanicista del diagnóstico psiquiátrico, 2) el cuestionamiento ontológico de ciertas entidades diagnósticas (¿realmente existe la psicosis?), 3) la defensa exagerada de aproximaciones relativistas y culturalistas radicales; y 4) la sobre-exageración y generalización de los aspectos negativos alusivos a la institucionalización de sujetos en entidades psiquiátricas, que hacen resurgir el concepto de “manicomio” y además lo asocian con hacinamiento y alienación.

Por ejemplo, estas posturas críticas absolutistas tienden a invalidar cualquier tentativa de diagnóstico de esquizofrenia en un paciente que presenta toda la sintomatología, puesto que, al llevar a cabo la comparación con otros contextos culturales, un tipo de comportamiento similar sería considerado no como enfermedad sino como una condición de “iluminación”. De esta manera, en cierta medida se reduce el fenómeno de la enfermedad psíquica y de la salud mental a cuestiones relativas a las cosmogonías y a los referentes simbólicos de los respectivos pueblos. Además, en diversas oportunidades, estas aproximaciones podrían llegar a asumir que *no existe la enfermedad mental* ya que ésta se trataría solamente de una categoría que se ha urdido desde la cultura o se trata de una forma de protesta social mitológicamente fabricada (Szasz, 1973, 1974). La pregunta que surge ante estas posturas (derivadas de formas de reduccionismo contextual), que pueden, en sus manifestaciones más extremas y apasionadas llegar a ser tan radicales y excluyentes respecto a la labor que realiza la psiquiatría actual sería: Pensando en la intervención en el caso de un paciente que delira, que alucina, que presenta alteraciones en la memoria, que ha perdido contacto con la realidad y que es potencialmente peligroso para sí mismo y para los demás: ¿Cómo podríamos ayudarlo más allá de plantear que la génesis de la enfermedad mental es de orden cultural y que como construcción social en últimas a lo mejor ésta ni siquiera existe?

Del mismo modo, a veces estas perspectivas se ubican desde una posición que rechaza enfáticamente la utilización de instrumentos psicométricos o pruebas psicológicas y neuropsicológicas. En este sentido, además de actualizar constantemente hechos históricos que por lamentables que hayan sido, es importante aceptar que, en muy buena proporción, hoy día hacen parte del pasado de la psicología y de sus instrumentos, como por ejemplo, el manejo que se le dio al concepto de inteligencia, a sus “medidas”, a la craneometría, desde una vertiente movilizadora por ciertas maneras de pensar que la apostaban a la eugenesia como filosofía social (para ampliar esta información revisar, Gould, S. J. (1996)). Del mismo modo, se basan en casos extremos para invalidar el uso de instrumentos psicológicos. Para comprender lo anterior, se puede revisar el siguiente argumento que resulta ilustrativo:

Argumento

Es totalmente inadecuado emplear una escala Wechsler para niños (WISC) o una batería como la Evaluación neuropsicológica infantil (ENI) para valorar neuropsicológicamente a un niño trobriandes o a un niño yupik, debido a las grandes diferencias culturales entre la población para la que se diseñó inicialmente la prueba y estas comunidades con formas de vida tan diferente que presentan maneras tan distintas de entender la realidad.

Desde estos ejemplos reales, pero poco comunes, estas posiciones levantan una serie de argumentos sobre las múltiples complicaciones que implica la aplicación de test y sobre el desempeño de niños con diferencias culturales tan particulares frente a instrumentos diseñados para valorar población infantil de un contexto particularmente ciudadano e impregnado por el “pensamiento occidental”. Evidentemente, esta apreciación elaborada tomando como base la importancia de considerar las variables culturales resulta válida. No obstante, en su calidad de situación *sui géneris*, su validez sería tan solo parcial, ya que no debería convertirse en un “arma” para difundir una postura anti-test o anti-instrumentos psicológicos.

En efecto, se reconoce que en el quehacer del psicólogo clínico, de la mano con los métodos de observación, de entrevista y con todas las formas de aproximarse a la subjetividad del ser humano, en diversas oportunidades (cuando las circunstancias lo permiten), la información derivada de los instrumentos de valoración tanto psicológica como neuropsicológica aporta un conocimiento importante para favorecer la aproximación al estado actual del sujeto (acerca del cual se intenta generar una comprensión). El estudio

de la creatividad como proceso psicológico no sería ajeno a esta reflexión, toda vez que actualmente se emplean una serie de test sobre pensamiento creativo y pensamiento divergente que en las condiciones adecuadas y con el respaldo de otras fuentes de información (tales como la entrevista, la documentación, la observación, las tareas cognitivas y las técnicas de neuroimagen) pueden llegar a ser muy pertinentes para ampliar el estudio de la cognición creativa.

En síntesis, este capítulo está precedido por la idea de acuerdo con la cual disciplinas como la psiquiatría, las neurociencias, la psicología, la filosofía y la antropología confluyen en una encrucijada que busca la construcción mancomunada del conocimiento. Por tal razón, es necesario que trabajen juntas en la construcción de saberes sobre el individuo como lo son los procesos psicológicos (particularmente los productos creativos) más que dedicarse a “viajar” disgregadas por tendencias críticas, monolíticas y separadoras.

GENIALIDAD CREATIVA Y ENFERMEDAD MENTAL

Desde la Grecia antigua Platón ya había venido resaltando la importancia del entusiasmo vinculado al acto creativo (motivaciones) independientemente de la habilidad artística o de la capacidad inventiva en la figura del poeta. De esta manera manifiesta que:

El poeta es un ser alado, ligero y sagrado, incapaz de producir mientras el entusiasmo no le arrastra y le hace salir de sí mismo. Hasta el momento de la inspiración todo hombre es impotente para hacer versos y pronunciar oráculos.

Como los poetas no componen merced al arte, sino por una inspiración divina, y dicen sobre diversos objetos muchas cosas y muy bellas (Platón, 1973.p. 98)).

También, la relación entre la locura y la conducta de los genios hace mucho tiempo fue puesta en evidencia por el filósofo Aristóteles y desde entonces se ha estudiado bajo diversas perspectivas. Brenot (1998) plantea que de algún modo la locura se relaciona con la figura del poeta o del innovador con una forma de pensar poco común. Esta posible asociación se trataría de una

línea sutil entre lo que hace una persona que propone cosas nuevas desde una postura divergente, como lo hace el sabio o incluso el creador excéntrico un tanto aislado y el llamado “poeta loco”. Así, según Brenot se pasaría pues de manera muy sutil de la evidencia de la salud mental a la evidencia de la patología psíquica, constituyéndose la chispa creativa como una amiga íntima propia de la melancolía, una hermana de la depresión y como la hija de la conducta maniaca.

Resulta importante en este punto considerar la aproximación a la creatividad desde el estudio de los artistas, los genios y los grandes descubridores. No es un secreto que artistas y pensadores como Igor Stravinsky, Pablo Picasso, Martha Graham, T.S. Eliot, Jonathan Swift, Friedrich Nietzsche y Albert Einstein, se perfilaron como seres humanos que por sus grandes habilidades en un campo simbólico llegaron a dejar un gran legado con sus producciones creativas. Evidentemente, este estudio se centra sobre todo en aquellos acontecimientos históricos que llevaron a estos individuos a la elaboración de productos creativos tan particulares (Gardner, 2011).

Sin el ánimo de reducir la genialidad a una concepción fría de inteligencia, evidentemente, todas estas expresiones de la creatividad humana con seguridad son muestras innegables de formas singulares de conducta inteligente. Sin embargo, no hay que olvidar que muchas de estas manifestaciones han sido protagonizadas por seres humanos que, aunque notables en uno o más ámbitos, eran individuos vulnerables y febriles (de carne y hueso). Algunos de ellos experimentaron desequilibrios emocionales e incluso “estados de locura”. Aunque no está de más referirse a la cuestionadora frase de Edgar Allan Poe cuando levanta dudas sobre la certeza con la que en muchas oportunidades, a lo largo de la historia, la sociedad ha llegado a declarar loco a un individuo:

La ciencia no nos ha enseñado aún si la locura es o no lo más sublime de la inteligencia

Para hacer referencia a un artista particularmente excepcional, se propone abordar la figura de Vincent Willem van Gogh quién nació en Groot-Zunder (Holanda) en 1853. Su obra comprende más de 750 cuadros y 1600 dibujos y además es catalogado como uno de los artistas más representativos del estilo pictórico denominado postimpresionismo.

Claramente, Van Gogh fue un artista reconocido por su gran talento a nivel de la pintura, pero también por su drama frente al sufrimiento de una enfermedad mental (que se sospecha que pudo haber sido epilepsia, porfiria o posiblemente psicosis), ya que este personaje es un ejemplo de cómo tiene lugar la transformación de las producciones artísticas de un sujeto a la luz de la enfermedad mental.

Por ejemplo, entre muchas de sus producciones en 1888 en su estadía en Arles, Van Gogh pinta *Puesta del sol en Montmajour*:



Figura 47. *Puesta del sol en Montmajour* (Vincent van Gogh).

Fuente: Tomado de Museo Van Gogh (<https://bit.ly/3dwogWp>).

Por esta época en una de sus cartas escribe lo siguiente:

Ayer, al atardecer, yo estaba en un brezal pedregoso donde crecen muy pequeños y retorcidos robles, en el fondo de una ruina en la colina, y campos de trigo en el valle. Era romántico, no podía ser más, a la Monticelli, el sol derramaba sus rayos amarillos muy por encima de los arbustos y el suelo,

absolutamente una lluvia de oro. Vincent van Gogh, Arlés 5 de julio de 1888
(Carta 636).

Ese mismo año pinta *Puente de Langlois*.



Figura 48. *Puente de Langlois* (Vincent van Gogh).

Fuente: Tomado de Museo Van Gogh (<https://bit.ly/3dwogWp>).

Igualmente, durante el mismo periodo de tiempo en una de sus cartas escribe lo siguiente: “Cuanto más gastado, enfermo, cántaro roto me vuelvo, más artista me vuelvo”.

Al parecer los últimos años de la vida de Van Gogh se caracterizaron por múltiples fluctuaciones en las que el artista como sujeto iba de la angustia completa a la aparente alegría. Finalmente, hacia el año de 1890 (año de su deceso) Van Gogh dibuja *Trigal con cuervos*.



Figura 49. *Trigal con cuervos* (Vincent van Gogh).

Fuente: -Tomado de Museo Van Gogh (<https://bit.ly/3dwogWp>).

Por este mismo año en una de sus cartas manifiesta lo siguiente: “Nunca más alcanzaré la cima de la que me arrancó la enfermedad, ¿me recuperaré alguna vez?”

En estas fuentes de información acerca de Van Gogh se evidencian marcas cualitativas que reportan que mientras el artista sufría los embates de su enfermedad y sus respectivos cambios anímicos, se iban hilvanando una serie de modificaciones que probablemente repercutieron en aquello que plasmó en sus productos creativos (Jaspers, 2001; Van Gogh & de Leeuw, 1997).

Siguiendo este derrotero lógico, es clara la existencia de una línea muy sutil entre lo que representaría la producción artística y lo que sería la locura como manifestación de la vida humana. Efectivamente, se trata de pensar esa frontera difusa que tiene lugar entre la fantasía como construcción simbólica y el “delirio”, el cual podría reflejarse en la ruptura de lo simbólico como acto compartido. Particularmente, el delirio como manifestación psicótica da lugar a formas de pensamiento y expresiones “comunicativas” que parten de “signos” que ya no se engranarían en lo intersubjetivo, sino

que corresponderían al orden de lo netamente individual y que perderían su contacto social con la realidad. De este modo, el individuo delirante se alejaría del acto comunicativo socialmente entendible y simbólicamente intercambiable, para adentrarse en un camino alternativo de imágenes e ideas, pero que no se conecta con una vía de retorno que aseguraría el vínculo con la realidad social como asidero de la cordura.

En este punto, es posible plantear que el proceso dialéctico que desarrolla el ser humano y el artista creativo en particular, se configura como un flujo recurrente en el que nace la idea y se plasma (recogiendo en buena medida la vivencia de quien la genera, pero también su cultura, sus aprendizajes, las realidades que vive y que conoce). Así, el ser humano en tanto artista, recoge todo lo vivido, lo creado y lo re-creado, para volver a entregarlo al mundo social lo cual propiciaría eventualmente una re-novación que consolida y construye la dimensión cultural.

Por tanto, cabe resaltar la capacidad que despliegan ciertos individuos para crear mundos sustentados en la imaginación y el asombro, pero que finalmente se conectan de formas divergentes con actos compartidos que implican al otro. En este sentido, vale la pena referirse a un pasaje de *Las aventuras de Alicia en el País de las Maravillas* de Lewis Carroll (o Charles Lutwidge Dodgson), ya que ofrece un excelente ejemplo de esa posibilidad extraña (que construye el artista) pero finalmente articulada al intercambio social. Se asume aquí la fantasía del artista como un espacio irreal pero entendible, momentáneo, compartido y retomado voluntariamente por él y por los otros. Concretamente, en este tramo de las aventuras de *Alicia*, la *Liebre de Marzo* le reclama por sentarse a la mesa sin ser invitada. A partir de esa interacción se desencadenan una serie de intercambios comunicativos hasta que repentinamente el *Sombrero loco* involucra a Alicia en una situación interesante desde el punto de vista imaginativo. Esta situación cambia el estado de ánimo de Alicia, desde el nivel de la confrontación entre la niña y la liebre, hasta la dinámica que implica la sensación de desafío creativo, anunciando una interacción con otro matiz emocional y que además está ligada a la actividad socialmente compartida:

–*Tampoco es muy correcto por tu parte sentarte con nosotros sin haber sido invitada* –dijo la Liebre de Marzo.

–*No sabía que la mesa era suya* dijo Alicia.

-Está puesta para muchas más de tres personas. Necesitas un buen corte de pelo- dijo el Sombrerero.

Había estado observando a Alicia con mucha curiosidad, y estas eran sus primeras palabras.

-Debería aprender usted a no hacer observaciones tan personales- dijo Alicia con acritud *-Es de muy mala educación.*

Al oír esto el Sombrerero abrió unos ojos como naranjas, pero lo único que dijo fue:

-¿En qué se parece un cuervo a un escritorio? “¡Vaya, parece que nos vamos a divertir!”, pensó Alicia. *-“Me encanta que hayan empezado a jugar a las adivinanzas.”* Y añadió en voz alta:

-Creo que sé la solución. (pág. 64).

Esta frontera difusa entre lo que es la producción artística creativa (con sus mundos maravillosos) y la desconexión simbólica compartida y no voluntaria vinculada a la locura, puede diferenciar lo que produce el artista en el tejido que llamamos fantasía, de lo que produce el paciente psiquiátrico cuando se manifiesta a través del delirio y de las alucinaciones.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS PEQUEÑOS MUNDOS DEL ARTISTA Y EL LOCO

Nuestra estructura psíquica es una capsula que da forma a nuestros más profundos sentimientos. La locura como la normalidad, da cuenta de la existencia de esa estructura, se trata de pequeños mundos que se diferencian en su manera de operar, unos son considerados extraños y otros normales. La locura le procura al sujeto⁴⁶ una manera de funcionar que no se corresponde con las instancias sociales, pero le concede una opción para existir. Su “dificultad” en ser es aceptada por el yo, pero igualmente tiene límites que modelan su actuación. En la locura tampoco existe la plenitud, ésta también

46 Se hace referencia al loco como sujeto, puesto que ya de entrada el universo social le ha impuesto una etiqueta, unos diagnósticos y lugares para su funcionamiento.

implica ataduras (léase límites), muchas de ellas originadas en el mundo exterior (al cual pertenece el sujeto).

Lo dionisiaco (relativo a la pasión) para los griegos, era la base de las formas socialmente apreciadas, o sea, el insumo de lo apolíneo. El arte en tanto expresión de lo apolíneo, tiene su origen en los sentimientos más profundos, es una modificación de carácter bello, de los mismos. En algunos individuos esta pasión no logra el plano de la representación, y se expresa de modo desbordado, exaltado, sin acoplarse a los límites externos y entonces hablamos de locura. La locura es de carácter individual, es solo del sujeto y para el sujeto, en tanto que el arte nace en el sujeto, pero su finalidad es colectiva. Mientras que el arte nos convoca en la identificación, la locura nos agita, nos genera sobresalto, más aún nos asusta. El loco, emerge como un ser que se nos presenta como extraño, que nos suscita incertidumbre, un ser cuyo pequeño mundo no se ajusta a los esquemas de nuestros otros tantos pequeños mundos “normales”, es un ser con el cual no nos identificamos, no creamos lazo social (en cuanto a convención) pero sí un vínculo estremecedor, aunque no queremos aceptarlo, pues nos enfrenta a lo más real de nuestro ser sin tapujos, modificaciones ni embellecedores.

Tanto el arte como la locura tienen su origen en la pasión, en lo dionisiaco, en lo desbordado. La diferencia entre ambos estaría en que, en el primero dicha fuerza logra exteriorizarse en una representación que congela pasado y futuro en un presente eterno, en un equilibrio bello (hay delimitación en la fantasía); mientras que en la locura pasado y futuro se desbordan en el presente, en el delirio, en la alucinación que escenifica los tiempos chocando entre sí. Así como el arte procede como una desidentificación en términos de Manoni (1989), la locura es pura identificación, en cuanto a apoderamiento absoluto de la pasión sobre el individuo. Hay desidentificación cuando el artista logra exteriorizar sus más caros sentimientos y flujos de pensamiento, más aún, comentar su obra y por ende su mundo sensible. Por su parte, el loco está atrapado en la identificación pura con la pasión que lo habita, sus delirios y sus actos, son embriones de representación, imágenes vivas, mediante las cuales se intenta delimitar el caos y están totalmente sometidos a la compulsión de repetición. En el artista la compulsión de repetición se encuentra articulada al principio de placer, a un equilibrio psíquico que le confiere serenidad. El arte se alimenta de lo ominoso en el ser humano, elevándolo hacia el nivel de lo bello y a veces estéticamente extraño.

En los delirios hay representación, éstos obedecen a la compulsión de repetición, son una delimitación del psiquismo que emerge como actos descontrolados. En la locura el cuerpo y los actos surgen como externalizaciones sin ser mediaciones simbólicas ni implicar apoderamiento ni control en el individuo. Este por el contrario no sabe de sí solo es acto puro, escenificación, es decir compulsión a la repetición. De tal modo que, en el nivel de control que el sujeto despliega sobre su representación, en la capacidad de diferenciarse o no de su representación, contrastan diferencialmente los pequeños mundos del loco y del individuo considerado “normal”.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Cuál es el lugar de la psicología clínica en el estudio de la creatividad?
- ¿Cómo influye la enfermedad mental en individuos que previamente cuentan con una capacidad creativa importante?
- ¿Cuáles son las relaciones que se han intentado establecer entre el acto creativo y aquello que denominamos locura?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzieu, D. (1974). *Psychanalyse du génie créateur* (Vol. 4). Francia: Dunod.
- Brenot, P. (1998). *El genio y la locura*. España: Ediciones B.
- Burden, S., & Yarden, Y. (1997). Neuregulins and their receptors: a versatile signaling module in organogenesis and oncogenesis. *Neuron*, 18(6), 847-855. DOI: 10.1016/s0896-6273(00)80324-4.
- Carroll, L. (2003). *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas*. Ediciones del sur.
- Cooper, D., & García, A. R. (1979). *El lenguaje de la locura*. Barcelona: Ariel.
- Favez-Boutonier, J. (1996). La psychologie clinique. *Bulletin de psychologie*, 49, 194-197.
- Foucault, M. (1961). *Histoire de la folie à l'âge classique: Folie et déraison*. Francia: Union générale d'éditions.
- Gardner, H. (2011). *Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi*. New York: Basic Books.

- Gould, S. J. (1996). *The mismeasure of man*. New York: WW Norton & Company.
- Jaspers, K. (2001). *Genio artístico y locura: Strindberg y Van Gogh*. Barcelona: Acantilado
- Jung, C. (1959). Teoría de la Psicología Analítica. *Colección Works of CG*, 9.
- Lagache, D. (1982). Psicología clínica y método clínico. *D. Lagache, Obras III: De la homosexualidad a los celos. Psicología y método clínicos. Otros estudios*, 141-156.
- Mannoni, O. (1989). *Un intenso y permanente asombro*. Buenos Aires: Editorial Gedisa.
- Platón (1973). Ion o la poesía. En Platón. *Diálogos*. México D.F.: Porrúa. pp. 91-104
- Szasz, T., *El mito de la enfermedad mental*. (1973) Buenos Aires: Amorrortu.
- Szasz, T., (1974) *La fabricación de la locura*. Barcelona: Kairos.
- Kairós, Barcelona. Van Gogh, V., & de Leeuw, R. (1997). *The letters of Vincent van Gogh*. UK: Penguin UK.

CAPÍTULO 12.

CONTEXTO, ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL Y PROCESOS COGNITIVOS

Diego Alejandro Calle Sandoval

<https://orcid.org/0000-0002-4917-5819>

diegoa.calle@unilibre.edu.co

Universidad Libre. Cali, Colombia

Alba L. García Fajardo

<https://orcid.org/0000-0003-1917-2091>

albalucerogarcia@yahoo.es

Universidad Icesi. Cali, Colombia

Andrés Gildardo Vanegas Yela

<https://orcid.org/0000-0002-4722-6328>

andres.vanegas@correounivalle.edu.co

Instituto Colombiano de Bienestar
Familiar.

(ICBF). Bogotá, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Calle-Sandoval DA., García-Fajardo AL., Vanegas-Yela AG. y Ocampo AA. Contexto enriquecimiento ambiental y procesos cognitivos. En: Ocampo AA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 309-328.

CONTEXTO, ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL Y PROCESOS COGNITIVOS

Diego A. Calle - Julián A. Messa - Andrés G. Vanegas - Álvaro A. Ocampo.

RESUMEN

Aunque el cerebro es el principal órgano encargado de la cognición humana, se sabe que éste no está constituido (o formado) de antemano, sino que requiere de aspectos como la organización conferida por la información genética, la experiencia y la maduración. Como no está equipado completamente al momento de nacer, y sus conexiones no son únicas e inamovibles, el desarrollo nervioso no es estático. En este sentido, el cerebro se consolida a partir de las diversas interacciones entre las estructuras neuronales, aspectos genéticos, epigenéticos y ambientales. Esta dinámica, guardadas las proporciones, eventualmente influye en los procesos de migración, agrupamiento, crecimiento y mielinización. Dado que el contexto ejerce un gran impacto sobre la ontogenia humana al favorecer, consolidar, reorganizar o desactivar sinapsis, cabe preguntarse cuáles serían los efectos de la experiencia no sólo en el desarrollo inicial, sino en la vejez, y cómo los ambientes o lugares específicos en los que se encuentran inmersos los adultos mayores pueden fomentar el mantenimiento y posterior reorganización de los circuitos neuronales. En esta revisión se presentarán los posibles beneficios que pueden traer consigo los ambientes enriquecidos y cómo la constante estimulación fomenta la reserva cognitiva, permitiendo una mejor funcionalidad al servir como “barrera protectora” frente a diversas enfermedades neurodegenerativas.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento trae consigo cambios cognitivos relacionados con la memoria, el lenguaje, la percepción, y la atención. Esto quiere decir que el envejecimiento no sólo implica cambios biológicos, es decir, cambios

relacionados con tejidos y órganos, sino también, con una serie de modificaciones a nivel físico, psicológico y social, que involucran al sistema nervioso y al organismo en general (Ardila y Roselli, 2007). Aunque está claro que cuando se llega a la vejez algunas funciones cambian e incluso otras se “pierden”, no se puede negar que la experiencia con el ambiente en ocasiones puede consolidar o preservar funciones con las cuales aún se cuenta. El presente documento aborda el estudio de los ambientes enriquecidos, la plasticidad cerebral y la senectud, con el objetivo de exponer de manera general diversos aspectos teóricos, experimentales y clínicos que vinculan estos tres conceptos fundamentales para la comprensión de este momento del ciclo vital. Además, se discuten los efectos que podría traer consigo un escenario de interacción altamente estimulante, considerando la reorganización cerebral durante el proceso de envejecimiento. Para tales fines, se abordan los conceptos de *Reserva Cognitiva* y *Reserva Cerebral* y se discute su relación con el proceso de optimización de diversas redes neuronales intactas en la vejez. Finalmente, se discute acerca de cómo los Ambientes Enriquecidos han tenido efectos benéficos en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y desórdenes psiquiátricos en modelos animales; comentando su papel en aspectos funcionales y estructurales del sistema nervioso.

LA PLASTICIDAD NEURONAL COMO RESPUESTA A LA INFLUENCIA AMBIENTAL

Aunque el primero en presentar el concepto de plasticidad en las neurociencias fue William James en *The Principles of Psychology* al hablar de la susceptibilidad del comportamiento humano para modificarse (Pascual-Leone et al., 2005); es a partir de los descubrimientos de Santiago Ramón y Cajal que se ha podido ampliar el conocimiento de la estructura histológica del sistema nervioso y de los procesos que subyacen a la plasticidad neuronal, posibilitando así, avances en la profundización de los procesos psicológicos complejos. La obra de Cajal está compuesta por diversos planteamientos; no obstante, en este documento se asume el concepto de *Regeneración Cerebral* como elemento clave para comprender las ideas expuestas. Este autor postuló la existencia de mecanismos regeneradores, los cuales estarían relacionados con el mantenimiento de las estructuras ya establecidas del Sistema Nervioso. De igual forma, dicho mecanismo se involucra con los ajustes necesarios en la morfología para la apertura y adquisición de nuevas

funciones o habilidades en la medida que van desarrollándose. Haciendo uso de diseños experimentales, Cajal y sus colaboradores demostraron que cuando se seccionaban diversos nervios periféricos y centrales tenía lugar una regeneración en ambos sistemas (Sánchez et al., 2002). Así, es posible plantear que Ramón y Cajal sentó las bases para los estudios sobre la neuroplasticidad, dejando un legado que implicaría una mayor profundización en las investigaciones y descubrimientos en neurociencias, habiendo considerado de manera general el origen del término “neuroplasticidad”. En este punto, es importante hacer referencia a los desarrollos conceptuales sobre este término y su relación con el ambiente.

Aunque las relaciones entre el ambiente y los procesos de plasticidad cerebral se han abordado en estudios pioneros, y parecieran lógicas desde una aproximación apriorística, fue solo hasta hace poco que se empezaron a evidenciar estas interrelaciones bidireccionales. Las primeras investigaciones realizadas para conocer las implicaciones de la experiencia sobre el desarrollo cerebral, se centraron en el efecto de la privación visual temprana y el estudio de la exposición a ambientes ricos en estímulos. En este sentido, se encontró que las ratas privadas de estímulos visuales tenían menos espinas dendríticas en contraste con aquellas que eran criadas en grupo y en ambientes complejos (Pinel, 2011). Siguiendo este orden de ideas, y gracias a estos estudios pioneros, las interrelaciones entre experiencia y desarrollo cerebral empezaron a ser consideradas por muchos como la base fundamental del aprendizaje y de la memoria. Uno de los principales supuestos que apoyaron esta afirmación fueron los postulados de Hebb, quien afirmó que la activación simultánea de la membrana presináptica y de la membrana postsináptica asociada podría potenciar a esa sinapsis, dando como resultado un cambio en la actividad del circuito en el que se implicaba dicho contacto sináptico (Álvarez-Buylla y Lois, 2006). Debido a la hipótesis de Hebb sobre la facilitación de la transmisión sináptica, posteriormente se demostró que tiene lugar una facilitación de dicha transmisión después de aplicarse a las neuronas pre-sinápticas estimulación eléctrica de alta frecuencia (Bliss y Lømo, 1973). Este fenómeno denominado *potenciación a largo plazo* (PLP), se basa en las dos propiedades postuladas por Hebb. En primer lugar, la PLP puede prolongarse durante mucho tiempo (semanas) después de múltiples estimulaciones. En segundo lugar, la PLP se produce solamente si al disparo de la neurona pre-sináptica le sigue el disparo de la neurona post-sináptica. Indubitablemente, no se produce cuando la neurona pre-sináptica dispara y la post-sináptica no. Del mismo modo, no se produce PLP cuando la neurona pre-sináptica no se dispara y la post-

sináptica tampoco. Actualmente, se puede considerar que la coexistencia de disparo de las células pre-sinápticas y post-sinápticas es el factor primordial en la PLP y el supuesto de que la coexistencia es un requisito fisiológico para que ocurra el aprendizaje y la memoria, suele conocerse como *postulado de Hebb para el aprendizaje* (Lømo, 2003; Pinel, 2011).

Así mismo, Konorski plantea que la aplicación de un estímulo no solo produce una facilitación sináptica, sino que produce también dos tipos de cambios en el sistema nervioso. El primer cambio está relacionado con la célula, la cual experimenta una reacción como producto de las alteraciones por la excitabilidad, mientras que el segundo implica un cambio funcional permanente (gracias a una estimulación adecuada). Éste fenómeno dará origen a transformaciones funcionales y a ciertas alteraciones plásticas (Konorski, 1948).

Por otro lado, Kandel afirma que hoy en día hay pruebas considerables sobre la plasticidad en la química sináptica. Para corroborar lo mencionado anteriormente explica lo siguiente:

[...] Las sinapsis químicas a menudo poseen una notable capacidad de modificación fisiológica a corto plazo (de horas de duración) que aumentan o disminuyen la eficacia de la sinapsis. Las variaciones a largo plazo (de días de duración) pueden dar lugar a ulteriores modificaciones fisiológicas que inducen alteraciones anatómicas, como la poda de conexiones preexistentes, e incluso el crecimiento de nuevas conexiones (Kandel et al., 2013, p. 37).

De acuerdo con lo anterior, las alteraciones funcionales ocurren por lo general a corto plazo y afectan fundamentalmente la eficacia de las conexiones sinápticas que están consolidadas. Por su parte, las alteraciones anatómicas fundamentalmente implican el crecimiento de nuevas conexiones en la sinapsis entre neuronas, las cuales tienen una cualidad a largo plazo. Se entiende entonces a la *neuroplasticidad* como la habilidad del sistema nervioso para cambiar, por medio de señales procesadas a través de la actividad y los cambios ambientales (Mikolajewska y Mokolajewski, 2012). En otras palabras, tal como afirma Pascual-Leone, la plasticidad es una propiedad intrínseca del cerebro humano, que le da la posibilidad de escaparse de los propios límites de su genoma, permitiéndole al sistema nervioso adaptarse a los cambios físicos y ambientales como producto de la experiencia (Pascual-Leone et al., 2005).

EFFECTOS DE LOS AMBIENTES ENRIQUECIDOS EN LA ESTRUCTURA CEREBRAL Y LAS FUNCIONES COGNITIVAS

Aunque actualmente se conoce que los ambientes enriquecidos con frecuencia modulan la neurogénesis hipocampal y el comportamiento, resultando en un incremento de nuevas neuronas y en un mejoramiento en las sinapsis hipocampales (Clemenson et al., 2015), no hay un acuerdo general para describirlos ya que las investigaciones sobre ambientes enriquecidos (por sus siglas en inglés EE, Environmental Enrichment) se han centrado principalmente en el estudio de animales. El término EE es usado frecuentemente para describir una manipulación directa en el ambiente de familias de roedores. A menudo se caracteriza por juguetes, túneles y estos están provistos de estimulación sensorial, física y social (Clemenson et al., 2015). A estas definiciones se puede sumar que los EE son aquellos en los que se incluyen elementos que incrementan el nivel de novedad y complejidad (Hannan, 2014). El incremento en estos niveles podría desembocar en grados de estimulación que afectan los procesos de aprendizaje y memoria (Patel, 2012). En este orden de ideas, los EE se definen como: *la combinación de un complejo inanimado y una estimulación social* (Van Praag et al., 2000), lo cual sugiere que los factores interaccionales también son un punto clave a tener en cuenta en la comprensión de esta variable fundamental.

Como se mencionó en el apartado anterior, en cierta medida la plasticidad implica el cambio y el fortalecimiento de las conexiones sinápticas que tienen lugar a partir de una serie de estímulos ambientales que favorecen la generación de un cambio plástico (funcional y fisiológico). Dicho cambio puede ocurrir a corto o a largo plazo (en las neuronas y sus conexiones) contribuyendo a procesos como el aprendizaje y la memoria. Pero cuál sería la naturaleza de la relación entre los EE y la plasticidad cerebral.

A partir de estudios efectuados con roedores transgénicos y otras especies (Hannan y Nithianantharajah, 2006) se ha observado el impacto que tienen los ambientes enriquecidos sobre el retraso de los efectos de la neurodegeneración; obteniendo así nuevos conocimientos relacionados con los dispositivos que están implícitos en el fenómeno de la plasticidad neuronal. Autores como Sampredo et al. (2014) encontraron que los EE incidieron en el mejoramiento de la memoria espacial y en la adopción de estrategias espaciales más eficaces en roedores. Además, describieron que las ratas adultas cometieron menos errores en aspectos relacionados con

la dimensión de memoria espacial (viajando distancias más cortas como indicador de eficacia en la navegación espacial). Otros estudios sugieren que los EE favorecen los procesos de aprendizaje y memoria. Particularmente la memoria declarativa, ya que, por medio del enriquecimiento ambiental se favorecen los procesos de consolidación y reorganización en el sistema, lo cual beneficia el almacenamiento remoto, permitiendo así, una consolidación más perdurable en roedores. ¿Posteriormente, se evidenció que hay variaciones en la activación cortical por medio de la exposición o no a un EE, ya que esta condición puede contribuir a la consolidación del recuerdo espacial remoto (Baldanzi et al., 2013). Se ha observado también, que los EE influyen fuertemente la estructura de las espinas dendríticas en la corteza somatosensorial. Así, algunos autores han observado en cerebros postmortem de ratones expuestos a EE un aumento de la densidad de las espinas dendríticas en el hipocampo (Jung y Herms, 2012) y al parecer en la regulación aspectos genéticos vinculados con la neurogénesis en esta estructura (Kempermann, 2019). (Ver figura 50).

Por otro lado, investigaciones realizadas en personas con limitaciones visuales y auditivas mostraron que a pesar de la privación sensorial y gracias a las diversas interacciones con el ambiente, los individuos evidenciaban mecanismos compensatorios y cambios neuroplásticos que podían potenciar la reorganización de la corteza para desempeñar su función primaria (Merabet y Pascual-Leone, 2010).



Figura 50. El dibujo representa los componentes e interacciones propios de un ambiente enriquecido diseñado para roedores.

Fuente: Basado en Kempermann (2019).

Queda claro entonces que los EE tienen un impacto real sobre la reorganización cerebral de diversas funciones cognitivas y sensoriales, que por medio de la constante estimulación cambian en función de las demandas ambientales para facilitar las transmisiones sinápticas y así adaptarse al medio. Aclarando esta parte, cabe preguntarse cuáles serían las posibles influencias que este paradigma podría tener sobre el desarrollo cerebral humano. Existen esfuerzos por integrar el concepto de ambiente enriquecido con espacios de juego estructurados desde la primera infancia, en aras de comprender las implicaciones de los mismos en el desarrollo infantil (Koob, 2019). Sin embargo, estas propuestas aun distan de establecer una conexión precisa con la dimensión neurocientífica. Como afirman diversos autores, entender las relaciones entre los EE y la neurogénesis en animales resulta realmente complejo como para intentar orientar este estudio en humanos (Clemenson et al., 2015). No obstante, en este documento se considerará la cuestión acerca de cómo el ambiente y las actividades que hacen parte del mismo inciden sobre el fenómeno de *reserva cognitiva* en la vejez.

AMBIENTES ENRIQUECIDOS Y NEUROPLASTICIDAD EN LA VEJEZ

Aparte de la posible ganancia en experiencias de vida, aprendizajes y “sabiduría”, la vejez también trae consigo un declive en diversas áreas de funcionamiento cognitivo tales como velocidad mental, memoria episódica, memoria de trabajo, fluidez verbal, entre otras (Jones et al., 2006; Walhoyd, 2014; Sala-Llonch et al., 2015). Es así que los procesos de envejecimiento se han asociado durante mucho tiempo con declives en funciones fisiológicas, cognitivas (Erickson y Barnes, 2003) y en habilidades espaciales (Samson, 2013), convirtiéndose en un campo de estudio complejo debido a los múltiples factores que intervienen en este momento del ciclo vital, así como los diversos aspectos influenciados por la edad (Grady, 2012). Aunque se presentan dificultades al abordar el envejecimiento cerebral, en los últimos años se ha evidenciado que aún en la vejez se conserva parte de la plasticidad cerebral. Actualmente se cuenta con diversos estudios que sustentan los postulados del *paradigma del enriquecimiento ambiental* apoyando la idea según la cual la exposición a *ambientes estimulantes complejos* está vinculada con la atenuación de los declives relacionados con esta última fase de la vida (Sampedro-Piquero et al., 2014).

Estudios llevados a cabo con adultos mayores han mostrado que un entrenamiento cognitivo constante favorece el aprendizaje y el desempeño de los sujetos en tareas específicas. Law et al. (2014), observaron dos grupos de adultos mayores, de los cuales, uno era estimulado cognitivamente, mientras que el otro, se implicaba en condiciones de baja estimulación cognitiva. Luego de examinar ambos grupos, concluyeron que el primero presentó una diferencia significativamente mayor al segundo, lo cual se reflejó en un mejor desempeño del grupo de mayor estimulación cognitiva en tareas que involucran funciones cognitivas generales y resolución de problemas. Otras investigaciones llevadas a cabo con adultos mayores han demostrado cómo el entrenamiento y un ambiente rico en estímulos pueden mejorar el desempeño en tareas de memoria y atención. Tal es el caso de Leung et al. (2015) quienes trabajaron con adultos mayores (que estaban en riesgo de declive cognitivo) mediante un entrenamiento cognitivo de treinta semanas. Esta investigación pudo constatar que el entrenamiento produjo mejoramiento en la atención espacial y visual, así como en la memoria de trabajo. Se ha observado también que las alteraciones relacionadas con la edad a nivel de la conectividad entre la corteza prefrontal y regiones posteriores del cerebro sugieren que los sistemas nerviosos de estos sujetos, parecieran encontrarse funcional y estructuralmente mejor equipados para adaptarse a los cambios neuronales propios de la vejez (Lee et al., 2015). Siguiendo este mismo orden de ideas, el nivel educativo y las actividades ocupacionales en las que participan los sujetos a lo largo de su vida, han sido considerados como factores esenciales en el mantenimiento de las actividades cognitivas durante el proceso de envejecimiento (López et al., 2014). En otras palabras, los adultos mayores que lideran desafíos intelectuales, actividades físicas y compromisos intelectuales pueden mitigar algunas pérdidas cognitivas ligadas al envejecimiento cognitivo (Lindenberger, 2014).

También, se han estudiado los efectos de los ambientes enriquecidos en la memoria operativa de adultos mayores en un rango de edad que oscila entre 50 y 90 años de edad pertenecientes a instituciones geriátricas (Vanegas, Messa, Cardoza, Tovar y Ocampo, 2018). Este tipo de estudios busca establecer el estado actual de la memoria de los participantes para determinar la existencia de alguna diferencia significativa en los procesos mnémicos, en función del contexto en el que se encuentra el adulto mayor. Los resultados evidenciaron que aquellos participantes que hicieron parte de un ambiente geriátrico en el que se proporcionaba una mayor estimulación cognitiva, obtuvieron el mejor rendimiento en tareas relacionadas con la memoria. Por otro lado, los individuos pertenecientes un ambiente geriátrico en el

cual no se contaba con un nivel de educación formal pero que exponía a sus miembros a actividades de la vida diaria, presentaron el segundo mejor puntaje en cuanto a las pruebas aplicadas, mientras que los adultos que hacían parte de un ambiente en el que solo se presentaba estimulación socio-afectiva presentaron el menor puntaje en contraste con los otros dos ambientes. Lo anterior apoya la idea según la cual la estimulación cognitiva constante aún puede ejercer un impacto directo en habilidades cognitivas en etapas relativas al envejecimiento.

Particularmente, los estudios revelan evidencia no concluyente de la relación entre la función ejecutiva y la creatividad. Sharma & Babu (2017) administraron tres pruebas, 1) Torrance Test of Creative Thinking (prueba creatividad figurativa), 2) Stroop (prueba de atención y control inhibitorio) y 3) Mental Balance (escala de memoria), en una muestra de 58 adultos de mediana edad y mayores (50-64 años). El análisis reveló una correlación significativa entre la creatividad y la función ejecutiva, confirmando que las personas que estaban por encima del promedio en creatividad tuvieron un desempeño significativamente mejor en función ejecutiva. Sin embargo, no hubo correlación significativa entre la creatividad y la memoria de trabajo, ni entre la memoria de trabajo y la función ejecutiva. Además, no se encontraron diferencias en cuanto a la edad (excepto por la velocidad de procesamiento, que disminuyó con el aumento de la edad) ni diferencias de género.

Así mismo se ha podido observar que la estimulación social que hace parte del EE influye no solamente en las habilidades cognitivas de los roedores sino en relaciones interaccionales que favorecen la calidad de vida de los mismos (Benaroya-Milshtein, 2004; Davidson, 2012; Doulames, 2014). En humanos se ha evidenciado también el efecto de la estimulación social de los EE. Autores como Tost et al. (2015) afirman que las relaciones sociales influyen positivamente en factores de salud incluyendo esferas como la autoestima, la longevidad e incluso en el decrecimiento del riesgo de enfermedades mentales. Estos estudios afirman que también el apoyo social modularía las respuestas emocionales y cognitivas, contribuyendo al decremento de las posibilidades de estados emocionales negativos y respuestas fisiológicas exageradas debido al estrés. Otros estudios han mostrado que los EE reducen la ansiedad y el estrés en ratones en respuesta a sus depredadores potenciales (Ragu Varman y Rajan, 2015).

Por otro lado, diversas investigaciones realizadas con modelos animales sugieren que factores ambientales tales como el aprendizaje de tareas

novedosas, impactan directamente las capacidades implicadas en el desempeño y en algunos casos sirven como barrera protectora frente a los declives asociados con el envejecimiento (Hannan y Ninthianantharajah, 2006; Fares et al., 2013). Estos estudios indican que los cambios provocados por los EE en un entrenamiento formal, incluyen un incremento en las ramificaciones dendríticas, cambios en la estructura glial, desarrollo de nuevas neuronas, así como cambios a nivel molecular y en la neuroquímica cerebral (Kramer et al., 2003; Kramer et al., 2004). Diversas investigaciones llevadas a cabo en laboratorio con modelos animales han mostrado que los EE han sido de gran utilidad en el abordaje de desórdenes psiquiátricos y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, el Parkinson y la enfermedad de Huntington (dejando claro que el aporte generado por los EE no implica remisión de estas entidades). Según estos autores, los resultados de las investigaciones de los EE en modelos animales, han mostrado un importante descubrimiento en el desarrollo de plasticidad cerebral y conductual incluyendo efectos terapéuticos sobre enfermedades neurodegenerativas e incluso sobre ciertos aspectos del daño cerebral (Laviola et al., 2008).

Como se ha podido evidenciar, la vejez no solo debe atribuirse a un declive cognitivo sino a toda una serie de cambios funcionales en el sistema nervioso, que por medio de una adecuada estimulación pueden optimizarse al momento de resolver problemas. Se ha podido observar que en la vejez se pone en juego un proceso compensatorio cerebral, al parecer con el “objetivo” de compensar las funciones cognitivas que han decrecido con la edad (Grady, 2012). Tal como afirman Kotloski y Sutula (2014) los EE tienen efectos en niveles celulares, moleculares y comportamentales. Estos efectos, a su vez producen cambios en neurotransmisores, factores neurotróficos, morfología neuronal, neurogénesis y correlatos comportamentales en el aprendizaje y la memoria. Además, la exposición a *ambientes enriquecidos* ha demostrado tener efectos en el tratamiento de diversas enfermedades neurodegenerativas incluyendo el Alzheimer, el Parkinson y la enfermedad de Huntington.

Cabe mencionar que Hertzog et al. (2009) plantean que los EE pueden influenciar el curso del desarrollo de la actividad cerebral en la vejez, mediante la disminución del declive cognitivo y el incremento de la habilidad para liderar una vida independiente al posponer, en cierta medida, algunas enfermedades demenciales. Habiendo aclarado la manera en que posiblemente los EE fomentan la neuroplasticidad en la vejez, es necesario

preguntarse específicamente cómo éstos afectan diversas funciones cognitivas como la memoria, puesto que, en esta última etapa, con frecuencia llega a verse comprometida.

LOS AMBIENTES ENRIQUECIDOS COMO CAMPO DE ESTUDIO EN LA CONSOLIDACIÓN DE LA RESERVA COGNITIVA

Es bien sabido que diversos autores han planteado la existencia de factores protectores contra la demencia, tales como el ejercicio físico y la actividad mental constante (Sampedro-Piquero y Begega, 2013; Grossman, 2014), sin embargo, con el objetivo de comprender la influencia que pueden tener los EE en el envejecimiento cerebral y sobre las funciones cognitivas, es necesario considerar dos modelos explicativos que permiten explicar los cambios que experimenta el sistema nervioso a nivel estructural y funcional. Dichos modelos son conocidos como reserva cerebral y reserva cognitiva.

El primero hace referencia al concepto de *reserva cerebral*. La reserva cerebral ha sido vinculada con medidas cuantitativas tales como el tamaño cerebral o el número de sinapsis. Se trata de un tipo de reserva pasiva en la cual las diferencias particulares en cuanto al volumen cerebral, cantidad de neuronas, sinapsis o de ramificaciones dendríticas, le permiten al individuo afrontar de manera más adecuada la patología cerebral. No obstante, este modelo plantea que hay diferencias en la reserva cerebral que se evidencian en la capacidad que tiene el cerebro para tolerar el daño causado por una patología específica (Stern, 2002). Según este autor, las diferencias se ven reflejadas en lo que él denomina “*Límite Crítico*”. El límite crítico se refiere a que, una vez que la patología ha superado determinada frontera, las manifestaciones clínicas o funcionales empiezan a emerger. En este sentido, la reserva cerebral puede asumirse como un “escudo” o “factor de protección” que permite prevenir o disminuir el impacto de la aparición posterior de un cuadro demencial (por ejemplo).

Por otro lado, la *reserva cognitiva* puede ser entendida como la habilidad para optimizar o maximizar el desempeño del individuo a través del aprovechamiento de diferentes redes cerebrales, lo cual se refleja –tal vez– en el uso alternativo de estrategias cognitivas (Stern et al., 2003). De acuerdo con este modelo, una vez que el daño cerebral (o el deterioro cognitivo) se presenta, los mecanismos subyacentes a la reserva cognitiva aprovechan

las redes neuronales intactas, usándolas de una manera más eficiente contribuyendo al logro de un mejor desempeño en tareas específicas (Mayordomo y Sales, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, cabe preguntarse ¿Cómo se verían afectadas este tipo de reservas en la vejez gracias a los ambientes enriquecidos? Haciendo alusión a la explicación de EE expuesta anteriormente, una estimulación cognitiva constante eventualmente aportaría al mantenimiento y la optimización de las diversas redes neuronales para la ejecución de diversas actividades según las exigencias del entorno. Autores como Grady (2012) corroboran que el entrenamiento constante (interacción entre el sujeto y los EE) favorece la actividad cerebral en adultos mayores a nivel de regiones temporales y frontales izquierdas que han sido asociadas previamente con la decodificación y el procesamiento verbal.

Por otro lado, si se considera un modelo específico de memoria, como el modelo multicomponente de memoria operativa propuesto por Baddeley (2000), podría sugerirse que el entrenamiento continuo permitiría la optimización de las principales funciones del ejecutivo central al momento de seleccionar, iniciar y terminar el procesamiento de la información. En otras palabras, al generar escenarios en los que, desde las demandas cognitivas, constantemente el sujeto este expuesto a una estimulación y al almacenamiento de información transitoria para la resolución de tareas específicas, se fomentaría la focalización, división y el cambio atencional. Lo anterior se vería reflejado en un favorecimiento del pensamiento humano al articular procesos como la percepción, la memoria a largo plazo y los sistemas de acción (Ocampo y Sierra, 2014).

CONSIDERACIONES FINALES

Como se planteó anteriormente, la plasticidad cerebral hace referencia a los cambios a nivel estructural y funcional como consecuencia de la relación entre el sujeto y el contexto en el que se encuentra inmerso. Así, en buena medida, en función de factores específicos que inciden sobre los sujetos y su estilo de vida particular, la plasticidad cerebral puede verse fortalecida o limitada. Por tal razón, la reflexión sobre los ambientes enriquecidos como modelos que permiten favorecer las funciones cognitivas por medio de la exposición a tareas e interacciones sanas y novedosas, podrían contribuir a

los cambios plásticos del cerebro, así como al incremento de la neurogénesis (en regiones restringidas y con efectos aún por estudiar), las ramificaciones dendríticas y los procesos de sinaptogénesis. Sin embargo, en este punto es importante considerar que no todos los contactos sinápticos que se realizan entre las neuronas que se implican en un circuito cerebral son favorables, en ocasiones, por ejemplo, posterior a eventos que lesionan la corteza (como el trauma o la epilepsia) pueden generarse sinapsis “aberrantes” que no favorecen la estabilidad y el adecuado funcionamiento del sistema nervioso. Por tal razón, pensar en la estimulación, el enriquecimiento ambiental e incluso en la rehabilitación como la piedra angular para favorecer los procesos cognitivos asociados al envejecimiento (y a aquello que puede acompañarlo) también presentaría limitaciones importantes.

Por otro lado, resulta fundamental comprender el envejecimiento en su justa medida. De esta manera, si se asume radicalmente como un proceso en el cual se ven deterioradas diversas funciones cognitivas, tales como la velocidad mental, la memoria, las funciones ejecutivas, entre otras, sería como desdibujar la línea entre el envejecimiento normal y el envejecimiento patológico (asociado, por ejemplo, al impacto de las enfermedades neurodegenerativas). No obstante, es necesario señalar que la relación entre los efectos negativos del envejecimiento y los efectos positivos asociados con los EE pueden proveer un contrapeso a través del cual las diversas redes neuronales y las funciones cognitivas (o comportamentales) podrían verse optimizadas o remitir ciertos avances en términos de restauración de las mismas en condiciones específicas (Mora et al., 2007).

Por último, vale la pena mencionar que durante el proceso de envejecimiento aún se conserva cierto porcentaje de la capacidad plástica del cerebro y qué por medio de la estimulación cognitiva adecuada y un complejo de interacciones sociales particulares, se puede contribuir a la conservación de diversas funciones cognitivas aún intactas, así como a la utilización de éstas como medio para solventar las funciones “perdidas” (o deterioradas como producto del proceso natural de envejecimiento). Por ello se considera fundamental la revisión y realización de investigaciones que permitan la construcción de comprensiones cada vez más precisas acerca de esta problemática. Además, teniendo en cuenta el impacto que los avances a nivel de la medicina y la biología ejercen sobre la expectativa de vida de la especie humana, se hace necesario comprender la dinámica entre los aspectos neurobiológicos, clínicos y contextuales asociados a la senectud.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- ¿Cómo beneficia la influencia ambiental a la plasticidad cerebral?
- ¿Qué aplicaciones podría tener en enriquecimiento ambiental para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas?
- ¿Por qué es tan importante estudiar la neuroplasticidad en la vejez? ¿Qué beneficios puede traer a la población senecta en su calidad de vida?
- ¿Qué papel juega el enriquecimiento ambiental en la reserva cognitiva?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Buylla, A. y Lois, C. (2006). Mecanismos de Desarrollo y Plasticidad del Sistema Nervioso Central. En Álvarez, F. & De la Fuente, R. (Comp.), *Biología de la Mente*. (pp. 124-138). México: Fondo de Cultura Económica. DOI: 10.7714/CNPS/12.2.201.
- Ardila, A. & Roselli, M. (2007). Envejecimiento Normal y Patológico. En *Neuropsicología Clínica*. México: Editorial Manual Moderno. (pp. 227-253).
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2).
- Bonaccorsi, J., Cintoli, S., Mastrogiacomo, R., Baldanzi, S., Braschi, C., Pizzorusso, T., ... & Berardi, N. (2013). System consolidation of spatial memories in mice: effects of enriched environment. *Neural plasticity*, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/956312>.
- Benaroya-Milshtein, N.C. (2004). Environmental Enrichment in Mice Decreases Anxiety Attenuates Stress Responses and Enhances Natural Killer Cell Activity. *European Journal of Neuroscience*, 20(5), 1341-1347. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03587.x>.
- Bliss, T. V., & Lomo, T. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *The Journal of physiology*, 232(2), 331-356. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1973.sp010273>.
- Clemenson, G., Deng, W. y Gage, F. (2015). Environmental enrichment and neurogenesis: from mice to humans. *Behavioral Sciences*, 4, 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.02.005>.

- Davidson, R.S. (2012). Social Influences on Neuroplasticity: Stress and Interventions to Promote Well-Being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689-695. <https://doi.org/10.1038/nn.3093>.
- Doulames, V.B. (2014). Environmental Enrichment and Social Interaction Improve Cognitive Function and Decrease Reactive Oxidative Species in Normal Adult Mice. *International Journal of Neuroscience*, 124(5), 369-376. <https://doi.org/10.3109/00207454.2013.848441>.
- Erickson, C. A. & Barnes, C. A. (2003). The neurobiology of memory changes in normal aging. *Experimental Gerontology*, 38, 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0531-5565\(02\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0531-5565(02)00160-2).
- Fares, R.P., Belmequenal, A., Sanchez, P. E., Kouchi, H Y., Bodennec, J., Morales, A., & Bezin, L. (2013). Standardized Environmental Enrichment Supports Enhanced Brain Plasticity in Healthy Rats and Prevents Cognitive Impairment in Epileptic Rats. *PLoS ONE*, 8(1), 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053888>.
- Grady, C. The cognitive neuroscience of ageing. *Nat Rev Neurosci* 13, 491–505 (2012) doi:10.1038/nrn3256
- Grossman, E. (2014). Environmental Influences on the Aging Brain. *Environmental Health Perspectives*, 122(9), 239-243. <https://doi.org/10.1289/ehp/122-A238>.
- Hannan, A & Nithianantharajah, J. (2006). Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nat Rev Neurosci* 7, 697–709. doi:10.1038/nrn1970.
- Hannan, A. (2014) Environmental enrichment and brain repair: harnessing the therapeutic effects of cognitive stimulation and physical activity to enhance experience-dependent plasticity. *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 40, 13-25. <https://doi.org/10.1111/nan.12102>.
- Hertzog, C., Kramer, A., Wilson, R. & Lindenberger, U. (2009) Enrichment Effects on Adult Cognitive Development: Can the Functional Capacity of Older Adults Be Preserved and Enhanced? *Psychological Science*, 9(1), 1-65. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x>.
- Jones, S., Nyberg, L., Sandblom, J., Neely, A., Ingvar, M., Petersson, K. and Bäckman, L. (2006). Cognitive and neural plasticity in aging: General and task-specific limitations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 864-871. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.06.012>.
- Jung, C. & Herms, J. (2012). *Structural Dynamics of Dendritic Spines are Influenced by an Environmental Enrichment: An In Vivo Imaging Study*. Oxford: Oxford University Press, 24, 377-384. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs317>.

- Kandel, E., Barres, B. y Hudspeth, (2013). Nerve Cells, Neural Circuitry, and Behavior. En Kandel, E., Schwartz, J., Jessel, T., Siegelbaum, S. y Hudspeth, A. (Eds.) *Principles of Neural Science*. USA: Mc Graw Hill. (pp. 21-38).
- Kempermann, G. (2019). Environmental enrichment, new neurons and the neurobiology of individuality. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(4), 235-245. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0120-x>.
- Konorski, J. (1948). *Conditioned Reflexed and Neuron Organization*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Koob, C. (2019). An Analysis of the Developmental Enrichment of the Seattle Children's PlayGarden.
- Kotloski, R. & Sutula, T. (2014) Environmental enrichment: Evidence for an unexpected therapeutic influence. *Elsevier*, 264, 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2014.11.012>.
- Kramer, A., Bherer, L., Colombe, S., Dong, W. and Greenough, W. (2004) Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 59A (9), 940- 957. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.9.M940>.
- Kramer, A., Erickson, K. and Willis, S. (2003). Cognitive Plasticity and Aging. En Rose, B. (Ed) *The Psychology of Learning and Motivation*. Academic Press, 43, 267-302.
- Laviola, G., Hannan, A., Macri, S., Solinas, S. and Jaber, M. (2008). *Effects of enriched environment on animal models of neurodegenerative diseases and psychiatric disorders*. Elsevier, 31, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2008.05.001>.
- Law, L., Barnett, F., Yau, M. and Gray, M. (2014). *Effects of functional task exercise on older adults with cognitive impairment at risk of Alzheimer's disease: a randomised controlled trial*. *Age and Ageing*, 0, 1-8. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu055>.
- Lee, A., Ratnarajah. N., Tuan, T.A., Chen, S. A, & Qiu, A. (2015). Adaptation of Brain Functional and Structural Networks in Aging. *Plos ONE*, 10(4), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123462>.
- Leung, N., Tan, E., Chu, L., Know, T., Chan, F., Lam, L., Woo, J. & Lee, T. (2015). Neural Plastic Effects of Cognitive Training on Aging Brain. *Hindawi*, 2015, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/535618>.
- Lindenberger, U. (2014). Human Cognitive Aging: Corriger la Fortune? *Science*, 346(6209) 572-578. DOI: 10.1126/science.1254403
- Lømo, T. (2003). The discovery of long-term potentiation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1432), 617-620. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1226>.

- López, M., Aurtinetxe, S., Pereda, E., Cuesta, P., Castellanos, N., Bruña, R., Niso, R., Maestú, F. y Bajo, R. (2014). Cognitive reserve is associated with the functional organization of the brain in healthy aging: a MEG study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00125>.
- Mayordomo, T. y Sales, A. (2015). Compensation strategies in older adults: Sociodemographic and cognitive reserve differences. *Anales de Psicología*, 31(1), 310. DOI:10.6018/analesps.31.1.163621.
- Merabet, L. & Pascual-Leone, A. (2010). Neural Reorganization Following Sensory Loss: The Opportunity of Change. *Nature Reviews*, 11(1), 44-52. <https://doi.org/10.1038/nrn2758>.
- Mikolajewska, E. & Mikolajewski, D. (2012). Computational Approach to Neural Plasticity of Nervous System on System Level. *Journal of Health Sciences*, 2(4), 39-47.
- Mora, F., Segovia, G. y del Arco, A. (2007). Aging, plasticity and environmental enrichment: Structural changes and neurotransmitter dynamics in several areas of the brain. *Elsevier*, 55, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2007.03.011>.
- Ocampo Gaviria, T. y Sierra Fitzgerald, O. (2014). Análisis del Funcionamiento de la memoria operativa en niños con trastornos en el aprendizaje. *Acta Colombiana de Psicología*, 17 (2), pp 81-90. DOI:10.14718/ACP.2014.17.2.9
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F. & Merabet, L. (2005). The Plastic Human Cortex. *Annual Reviews*, 28, 377-401. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>.
- Patel, T. (2012) Environmental Enrichment: Aging and Memory. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 85, 491-500.
- Pinel, J. (2011). Development of the Nervous System: From the Fertilized Egg to You. En *Biopsychology*. (pp. 219-267). PEARSON.
- Pinel, J. (2011) Learning, Memory and Amnesia: How Your Brain Store Information. En *Biopsychology*. (pp. 268-297). PEARSON.
- Sánchez, A. P. (2002). *Cajal y el cerebro plástico*. España: Sociedades Españolas de Patología y Citología.
- Ragu Varman, D., & Rajan, K.E. (2015). Environmental Enrichment Reduces Anxiety by Differentially Activating Serotonergic and Neuropeptide Y (NPY)-Ergic System in Indian Field Mouse (*Mus booduga*): An Animal Model of Post-Traumatic Stress Disorder. *Plos One*, 10(5), 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127945>.
- Sala-Llonch, R., Bartrés-Faz, D. & Junqué, C. (2015). Reorganization of Brain Networks in Aging: A review of Functional Connectivity

- Studies. *Frontiers in Psychology*, 61-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00663>.
- Sampedro-Piquero, P. y Begega, A. (2013). ¿Previene la actividad física y mental el deterioro cognitivo? Evidencia de la investigación animal. *Escritos de Psicología*, 6(3), 5-13. DOI: 10.5231/psy.writ.2013.2607
- Sampedro-Piquero, P., De Bartolo, P., Petrosini, L., Zancada-Menendez, C., Arias, J.L. y Begega, A. (2014). Astrocytic plasticity as a possible mediator of the cognitive improvements after environmental enrichment in aged rats. *Neurobiology of Learning and Memory*, 114, 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.04.002>
- Samson, R. A. (2013). Impact of Aging Brain Circuits on Cognition. *European Journal of Neuroscience*, 37(12), 1903-1945. <https://doi.org/10.1111/ejn.12183>.
- Sharma, S., & Babu, N. (2017). Interplay between creativity, executive function and working memory in middle-aged and older adults. *Creativity Research Journal*, 29(1), 71-77. <https://doi.org/10.1080/10400419.2017.1263512>
- Stern, Y. (2002) What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 448-460. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355617702813248>.
- Stern, Y., Zarahn, E., Hinton, H.J., Flynn, J., DeLaPaz, R. y Rakitin, B. (2003). Exploring the Neural Basis of Cognitive Reserve. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 691-701. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.5.691.14573>.
- Tost, H., Champagne, F. & Meyer-Linderberg, A. (2015). Environmental Influence in the Brain, Human Welfare and Mental Health. *Nature Neuroscience*, 18(10), 4121-4131. <https://doi.org/10.1038/nn.4108>.
- Van Praag, H., Kempermann, G. & Gage, F. (2000). Neural Consequences of Environmental Enrichment. *Nature Reviews*, 1, 191-198. <https://doi.org/10.1038/35044558>.
- Vanegas, A. G., Messa, J. A., Cardoza, D., Tovar, J. R., & Ocampo, Á. A. (2018). Ambientes Enriquecidos, Sujetos Geriátricos y Procesos de Memoria; Un Acercamiento a los Procesos Cognitivos en la Edad Adulta. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 12(2), 1-36.
- Walhovd, K.T. (2014). Cognitive Decline and Brain Pathology in Aging—need for a Dimensional Lifespan and Systems vulnerability view. *Scandinavian Journal of Psychology*. 55(3), 244-254. <https://doi.org/10.1111/sjop.12120>.

CAPÍTULO 13.

JUEGO INFANTIL Y CREATIVIDAD MEDIADA: ESTRATEGIAS PARA EL DESPLIEGUE DE LA IMAGINACIÓN

José Rafael Tovar Cuevas

<https://orcid.org/0000-0003-0432-4144>

jose.r.tovar@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Gabriel Arteaga Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-6198-8671>

gabriel.arteaga@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Tovar-Cuevas JR., Arteaga-Díaz G. y Ocampo ÁA. Juego infantil y creatividad mediada: estrategias para el despliegue de la imaginación. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 329-365.

JUEGO INFANTIL Y CREATIVIDAD MEDIADA: ESTRATEGIAS PARA EL DESPLIEGUE DE LA IMAGINACIÓN

José Rafael Tovar - Gabriel Arteaga Díaz - Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

El presente capítulo tiene como objetivo presentar los resultados ampliados de un proceso de intervención sobre las habilidades creativas llevado a cabo con escolares mediante estrategias basadas en el juego (Ocampo, Tovar & Arteaga, 2018). El estudio se propuso investigar los efectos de la intervención mediante juegos con variante acoplada (JVA) sobre las habilidades creativas de un grupo de niños. Se consideró el concepto de “mediación” desde la perspectiva “histórico cultural” como mecanismo fundamental para el desarrollo de habilidades creativas y de las características del juego/tarea como facilitadoras del despliegue de la creatividad y del estado de “óptimo desempeño” en los sujetos. Se trabajó con un grupo de niños con edades entre ocho y diez años. Los niños fueron organizados en dos grupos: uno experimental y otro de control. Inicialmente ambos grupos participaron en un pretest de creatividad para establecer una línea de base. Posteriormente, se realizó una intervención con JVA con el grupo experimental durante ocho semanas. Al finalizar el proceso ambos grupos fueron evaluados con las mismas medidas de creatividad. Los resultados de esta investigación muestran que los niños que participaron del proceso de intervención con JVA incrementaron significativamente su desempeño en tareas que demandan el uso de habilidades creativas. También, se evidenció una tendencia de los niños a involucrarse en *circunstancias de creatividad compartida* al situarse como mediadores de los productos y los procesos de creatividad de sus pares.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con algunos investigadores estimular la creatividad tiene gran importancia tanto para el éxito individual como para el desarrollo de la

dimensión social de los seres humanos. Aunque se ha confirmado que es posible contribuir a un aumento en la capacidad creativa que se refleje en el comportamiento, pocos estudios han examinado hasta qué punto la función y la estructura del cerebro plástico inciden en la creatividad.

Ciertamente, a nivel de la dinámica macroscópica de la red cortical, los datos electroencefalográficos (EEG) sugieren que las oscilaciones corticales en la frecuencia alfa (8-12 Hz) se correlacionan con el pensamiento creativo. Lustenberger, Boyle, Foulser, Mellin & Fröhlich (2015) plantean que la creatividad se incrementa a través de la mejora de los potenciales alfa utilizando 10 Hz mediante estimulación transcraneal alternante (10 Hz - tACS por sus siglas en inglés) en la corteza frontal. En un estudio con 20 participantes sanos, estos investigadores encontraron una mejora significativa del 7,4% en el Índice de Creatividad medido por el *Test de Torrance de Pensamiento Creativo* (TTCT), favoreciendo la frecuencia del uso del potencial creativo de los individuos expuestos a la intervención. En un segundo estudio similar con 20 sujetos, se utilizó 40 Hz mediante estimulación transcraneal alternante (en lugar de 10 Hz-tACS) para dirigir un efecto general de “estimulación eléctrica”. Los resultados reportan que no se presentaron cambios significativos en el Índice de Creatividad encontrado después de la estimulación frontal con 40 Hz. De esta manera, se sugiere que la actividad alfa en las áreas cerebrales frontales está involucrada selectivamente con la creatividad. Esta mejora representa la primera dinámica neuronal específica que impulsa la creatividad y puede ser modulada por la estimulación cerebral no invasiva. El modelo respaldado por estos estudios plantea que en la actividad creativa tiene lugar un aumento del ritmo alfa durante el reclutamiento de las demandas de procesamiento interno que a su vez están relacionadas con el control inhibitorio de arriba-abajo (el cual parece ser un requisito importante para la ideación creativa).

Maysless & Shamay-Tsoory (2015) proponen que mientras que algunas regiones del hemisferio derecho están implicadas en la producción de nuevas ideas, el daño en el giro frontal inferior (GFI) izquierdo se asocia con el incremento de la creatividad, sugiriendo que el daño del GFI izquierdo puede tener un efecto sobre la cognición creativa. Para examinar el asunto, estos investigadores emplearon estimulación eléctrica transcranial continua (tDCS) para modular la actividad del giro frontal inferior tanto derecho como izquierdo. En un primer experimento muestran que mientras que la tDCS anódica sobre el giro frontal inferior derecho acoplada con la tDCS catódica sobre el giro frontal inferior izquierdo aumenta la creatividad

(evaluada por una tarea de pensamiento divergente verbal), la estimulación inversa no afecta a la producción creativa. Para confirmar que alterar el equilibrio entre ambos hemisferios, resulta crucial en la modulación de la creatividad, un segundo experimento sugiere que la sola estimulación dirigida por separado al giro frontal inferior izquierdo (estimulación catódica) o al giro frontal inferior derecho (estimulación anódica) no generó cambios en la medida de creatividad (pensamiento divergente verbal). Estos hallazgos apoyan la hipótesis del equilibrio, según el cual, la creatividad verbal requiere de un balance de la activación entre los lóbulos frontales derecho e izquierdo y, más específicamente, entre el hemisferio derecho y el izquierdo.

Jiangzhou Sun et al. (2016) utilizaron un método de estimulación cognitiva⁴⁷ (20 sesiones) para entrenar a sujetos y luego explorar la neuroplasticidad inducida por el entrenamiento. Los resultados del comportamiento revelaron que ocurrieron cambios tanto en la dimensión de la originalidad como en la fluidez del pensamiento divergente. Además, los cambios funcionales inducidos por el entrenamiento se observaron en la corteza dorsal anterior del cíngulo, la corteza prefrontal dorsolateral y en regiones posteriores del cerebro. Además, el volumen de la sustancia gris mostró un incremento significativo en la corteza dorsal anterior del cíngulo después del entrenamiento del pensamiento divergente. Estos resultados sugieren que el aumento de la creatividad podría implicar no sólo regiones del cerebro posterior que están relacionadas con procesos cognitivos fundamentales propios de la creatividad (por ejemplo, el procesamiento semántico y la generación de nuevas asociaciones), sino que también involucraría áreas asociadas con el control cognitivo de arriba-abajo, tales como la corteza dorsal anterior del cíngulo y la corteza prefrontal dorsolateral.

47 El método se basó en un protocolo diseñado por Fink et al. (2010) and Wei et al. (2014) que consistía en que cada día un sujeto era expuesto a una tarea que demanda la generación de usos alternativos-novedosos de un objeto durante tres minutos. Luego, se proporcionó estimulación cognitiva al exponerlos a una serie de ideas externas durante un minuto (para cada ítem-objeto se ofrecían tres ideas obtenidas de un experimento previo). Seguidamente, los participantes disponían de otros tres minutos para generar más usos alternativos novedosos. Este procedimiento se conoce como aproximación efectiva. Está basado en la técnica de tormenta de ideas grupales. Los participantes del entrenamiento fueron instruidos para completar 20 sesiones y en cada una de ellas debían generar usos novedosos frente a cuatro ítems-objetos. Cada sesión duró alrededor de 28 minutos. Los ítems empleados durante el entrenamiento fueron diferentes a los empleados en el registro con resonancia magnética funcional.

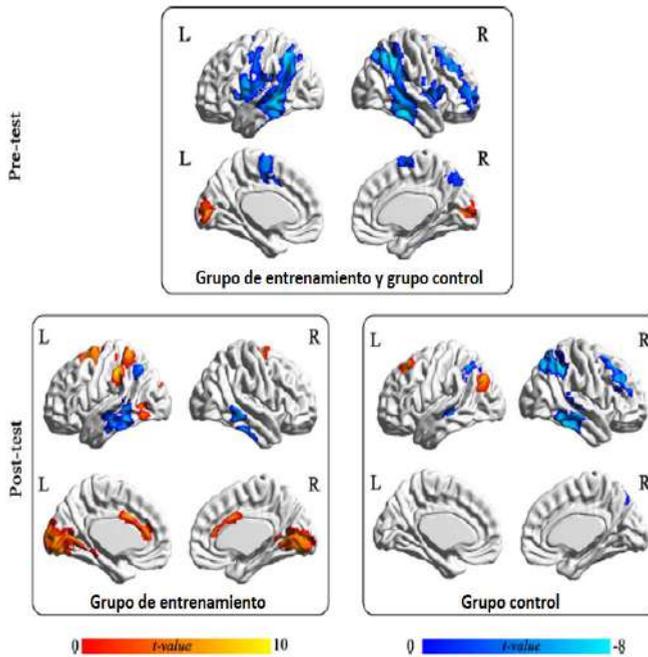


Figura 51. Contrastes de los patrones de actividad. Tarea de usos alternativos (rojo) < Tarea de usos ordinarios (azul), antes y después del entrenamiento. Todos los efectos fueron corregidos por el nivel de grupo FWF (nivel de vóxel no corregido $P < 0.001$), $P < 0.05$. [El valor del color puede mostrarse en la línea, la cual está disponible wileyonlinelibrary.com.].

Fuente: Tomado de Jiangzhou Sun et al. (2016).

Por su parte, diversos estudios psicológicos sugieren que las habilidades creativas pueden ser modificadas mediante la intervención basada en juegos, favoreciendo de este modo el aumento de la creatividad global (Baggerly, 1999; Garaigordobil, 2006; Howard et al., 2002; Mellou, 1995; Memmert, 2007; Precio-Café, 1995; Ott & Pozzi, 2010). El presente estudio tuvo como propósito investigar los efectos de una intervención con juegos sobre las habilidades creativas de un grupo de niños. De esta manera, se pretende contribuir al acervo de conocimiento para favorecer el avance de las capacidades creativas en niños de edades entre ocho y diez años. Adicionalmente, se trata de brindar una posibilidad de trabajo aplicado para abordar la tensión existente entre la postura que asume la escuela como

instrumento formalizador de la cognición del niño y la postura que entiende la escuela como facilitadora del desarrollo del potencial creativo del sujeto.

Se consideró la perspectiva del “flujo” como referente para la comprensión de las características del juego/tarea como facilitador del desarrollo de las habilidades creativas y como favorecedor del ingreso del niño al “estado de óptimo desempeño” (Csikszentmihalyi & Nakamura, 2010). En este sentido, para configurar las intervenciones a través del juego, inicialmente se determinó la necesidad de reconocer la estructura que debería tener el proceso de intervención para el mejoramiento de la creatividad en los niños, comprendiendo el juego como una actividad que vincula al sujeto con situaciones “emocionalmente positivas” y que, además constituye un escenario inestimable para el despliegue cognitivo.

Particularmente, Csikszentmihalyi (1991) ha propuesto realizar intervenciones con población escolar con el propósito de contribuir a que los niños aprendan a “acceder” a estados de flujo mediante propuestas que implican una nueva concepción del proceso innovador, atencional, motivacional y de aquellos *recursos de aula favorecedores*. Esta propuesta se reconoce como *Actividades de Aula Fluida* (FAR, por sus siglas en inglés) y vincula los procesos cognitivos a la dinámica entre el sujeto y la tarea, yendo más allá de simplemente enfocarse en un paradigma de entrenamiento de habilidades. El proyecto de *Actividades de Aula Fluida* (FAR) ha sido desarrollado inicialmente con poblaciones de los grados 4º, 5º y 6º de la población de niños del *Key School* en Indianápolis y posteriormente con población “preescolar” de la misma institución. La implementación de este tipo de propuestas orientadas a la aplicación de la teoría del flujo en la escuela, ha reportado el favorecimiento de habilidades cognitivas y de procesos de atención sostenida en los niños participantes (Csikszentmihalyi y Whalen, 1991; Csikszentmihalyi y Shernoff, 2008).

De acuerdo con Csikszentmihalyi y Shernoff (2008) frecuentemente los educadores observan que antes de ingresar al colegio los niños presentan una curiosidad sin límites y una amplia sed por el conocimiento. No obstante, varios años después estos mismos niños pueden encontrarse en un colegio, errantes y con la atención extraviada. Para estos autores no es un secreto que el aburrimiento es una de las variables relacionada con los niveles bajos del funcionamiento atencional, así como la falta de creatividad y compromiso por parte de los educandos. Ciertamente, si los niños desde el principio de la vida son aprendices curiosos y buscadores de lo nuevo, la pregunta que les

surge a estos investigadores es la siguiente: ¿Por qué es que en ocasiones los niños no disfrutan “el gran placer de venir a aprender” juntos?

Csikszentmihalyi y Shernoff (2008) sugieren que la teoría del Flujo puede contribuir a explicar el nivel de compromiso de los estudiantes y el disfrute frente al aprendizaje. Para ello se enfocan en factores relativos a los ambientes de aprendizaje y en factores personales vinculados al sujeto que aprende. Se entrevistó a individuos de diversos contextos educativos acerca de sus *experiencias cumbres*, identificando las características fenomenológicas de los momentos más significativos de la vida de estas personas (Csikszentmihalyi et al., 1990). Frecuentemente, los momentos de *optima experiencia* durante las diversas actividades fueron descritos en términos similares: concentración intensa y absorción en una actividad, que no desvía energía psíquica sobre los estímulos distractores, generando una fusión de la conciencia con la acción, una tendencia a la creatividad, un sentimiento de control, pérdida de la conciencia de sí mismo y contracción del sentido normal del tiempo.

Del mismo modo, se asumió la “mediación” como mecanismo esencial para el aprendizaje, lo cual inscribe la propuesta dentro de la perspectiva histórico-cultural como eje conceptual fundamental para la orientación del sujeto hacia el incremento y despliegue de su potencial creativo. Vygotsky (1933/1967, 1930/1990) asume la imaginación como una forma de conciencia que está intensamente vinculada con la realidad. Así, la imaginación se estructura sobre elementos tomados de la realidad, lo cual enmarca el proceso creativo, en gran medida, dentro de la experiencia social del sujeto.

Desde esta óptica, la propuesta asumió que tanto las intervenciones del adulto como las de los pares desafían la mente del niño contribuyendo al despliegue del potencial creativo a través de *situaciones de creatividad mediada*, así como al refinamiento de los productos creativos a través de la participación espontánea de los niños en *circunstancias de creatividad compartida*. En este sentido, la intervención fue planeada considerando situaciones de juego desde una posición que contempla los aspectos fenomenológicos que inciden en el acceso a los “estados de óptimo desempeño” por parte del sujeto, los cuales, favorecen el despliegue de procesos cognitivos complejos cuando se abordan desde la perspectiva de la “mediación”, contribuyendo eventualmente al mejoramiento de las habilidades creativas en escolares.

Método

Participantes

A partir de un grupo de 90 menores (con edades entre los ocho y los diez años y distribuidos en tres salones de clase de una institución escolar) se seleccionó una muestra aleatoria de 30 niños de ambos sexos. Entre los criterios de selección se consideró no presentar diagnóstico alguno de trastorno psicológico o neuropsicológico y no estar participando de terapia psicológica o de intervenciones sobre procesos cognitivos de cualquier índole. Antes de realizar la intervención se llevó a cabo una reunión con los padres de familia de los niños seleccionados en la que se les informó acerca de los objetivos del proyecto y se les pidió autorización (a través de un formulario de consentimiento informado) para trabajar con los niños.

Procedimiento e instrumentos

Los menores seleccionados fueron asignados de manera aleatoria a dos grupos de quince sujetos cada uno. A los niños de ambos grupos se le aplicó el test PIC-N para evaluar los niveles de creatividad narrativa, gráfica y general en un momento previo a la intervención y estas mismas medidas fueron tomadas más o menos cuatro días después de terminada la misma.

La *Prueba de imaginación creativa-Niños* (PIC-N) fue elaborada a partir de los estudios clásicos de Guilford (1980) y Torrance (1989) y se apoya en investigaciones realizadas con población española. Este instrumento hace posible una aproximación factorial a la medición de la creatividad y permite la evaluación de un factor de orden superior correspondiente a una *puntuación global* en creatividad (compuesta por una medida de Creatividad Gráfica y otra de Creatividad Narrativa). En cuanto a la Creatividad Narrativa esta medida se obtiene a partir de la puntuación del niño en diferentes variables a nivel lingüístico: fluidez (la aptitud del sujeto para producir un gran número de ideas), flexibilidad (la aptitud del sujeto para producir respuestas muy variadas pertenecientes a campos muy distintos) y originalidad (la aptitud del sujeto para producir ideas en un formato lingüístico alejadas de lo evidente o de lo establecido). Por otro lado, la medida de Creatividad Gráfica se consigue a partir de las siguientes variables figurativas: originalidad (la aptitud del sujeto para producir ideas en un formato gráfico alejadas de lo evidente o de lo establecido), elaboración

(se refiere al nivel de detalle, desarrollo o complejidad de las ideas creativas), sombras y color (es una variante peculiar de la elaboración, en la que se recoge la capacidad estética del sujeto, su destreza para manifestar su creatividad gráfica por medio del uso del sombreado, de colores o de difuminados), **título (con el título se complementan otras variables verbales como la fluidez verbal y la originalidad. Se trata de una variable puente**, entre lo narrativo y lo figurativo, ya que el estímulo que presenta la prueba PIC-N es de orden visual y la respuesta se solicita a nivel verbal) y detalles especiales (se contemplan en esta variable algunos detalles que reflejan una capacidad de insight o “reestructuración perceptiva”: capacidad de ver el problema de manera distinta a como lo ven los demás). La PIC-N ha sido tipificada en cohortes escolares, por lo que se muestra como una medida útil para la evaluación de la imaginación y del pensamiento divergente en niños, tanto en la práctica clínica como en el ámbito educativo (Barraca, Ancillo, Artola & Masteiro, 2004).

Estandarización de puntajes de la PIC-N

De acuerdo con el manual de calificación de la PIC-N, la creatividad gráfica puntúa en un rango de cero a 40 puntos. El rango de valores que puede tomar la puntuación asignada a la creatividad narrativa puede variar entre dos valores que se establecen a partir de los resultados observados en la muestra de sujetos expuestos a la prueba, de modo que no se tiene un valor mínimo y máximo establecido a priori. Para obtener el puntaje de la creatividad general se suman los valores obtenidos por el menor en el componente de creatividad narrativa con el puntaje obtenido en creatividad gráfica, por lo que el rango de valores para la creatividad general tampoco puede ser establecido teóricamente. Dado que cada uno de los grupos fue evaluado antes y después, se observaron rangos de valores diferentes para cada momento, lo que no permitía hacer comparaciones entre momentos para los grupos. Se decidió entonces estandarizar las mediciones de creatividad narrativa y general, de modo que quedaran todas en una misma escala de cero a 100 (se puede leer de cero a 100%) aplicando la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{X_{ijk} - X^*}{X' - X^*}$$
 donde, X_{ijk} es el puntaje observado para el i -ésimo individuo ($i=1, \dots, 15$) del j -ésimo grupo ($j=1$ =intervenido, 2 =control) en el k -ésimo momento ($k=1$ =preintervención, 2 =postintervención); X^* y X' son respectivamente, los puntajes mínimo y máximo observados en grupo completo de individuos sin considerar el momento y el grupo. Los valores máximos y mínimos de

los puntajes observados para la creatividad narrativa y general y los valores establecidos para y aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores observados para los puntajes de creatividad narrativa, gráfica y general y puntajes mínimos y máximos utilizados para estandarizar la escala de creatividad.

	Grupo control		Grupo intervenido		Valores establecidos
	Pre	Post	Pre	Post	x^* x'
Creatividad gráfica	11	11	5	15	5
	24	25	23	31	31
Creatividad narrativa	42	42	40	60	40
	97	89	122	213	213
Creatividad general	59	58	47	58	47
	112	113	141	232	232

Fuente: Tomado de Ocampo, Tovar & Arteaga-Diaz (2018).

Análisis de datos: para realizar la comparación de los puntajes entre los grupos de individuos primero se realizó una evaluación gráfica del comportamiento de las distribuciones y dado que los tamaños de muestra pueden ser considerados pequeños y la forma distribucional empírica no presentó simetría, se decidió utilizar métodos no paramétricos para el análisis de los datos. Para responder a la hipótesis de efecto de la intervención se utilizó la prueba U de Mann Withney. Para evaluar el cambio entre los momentos de evaluación se calculó un delta equivalente a la diferencia entre el puntaje observado en la post intervención con el puntaje de la pre intervención. Se asumió como máximo error tipo I permitido un valor de 0.05 y los resultados fueron obtenidos con la ayuda del programa SPSS versión 21 para Windows.

Después de la valoración a través de la PIC-N, el grupo experimental (grupo 1) fue expuesto a una intervención con juegos con variante acoplada (JVA). Para el diseño de los JVA, se realizó un sondeo a 40 niños, cuyo propósito fue seleccionar cinco juegos/actividades preferidos por los sujetos del estudio. Posterior a la selección de los cinco juegos, se efectuó el análisis de las exigencias cognitivas que los mismos demandan por parte del niño. Todos los juegos seleccionados cumplían con la característica de ser preferidos por

los niños y adicionalmente, fueron modificados mediante el acople de una variante diseñada con el propósito de propiciar el despliegue de procesos creativos. El procedimiento de intervención se realizó mediante cinco JVA que se alternaban semanalmente durante las ocho semanas (en dos sesiones semanales de 45 minutos). Estas sesiones se llevaron a cabo en la misma hora cada semana y en el mismo espacio físico. A continuación, se ofrece una descripción de los juegos JVA empleados en el proceso de intervención junto con la respectiva variante acoplada (Ver tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los juegos del programa y de la variante cognitiva acoplada.

	<i>Descripción del juego</i>	<i>Variante acoplada</i>
<i>Monopoly</i>	Juego de bienes raíces (diseñado por Charles Darrow). El objetivo es hacer un monopolio de oferta, adquiriendo todas las propiedades inmuebles que aparecen en el juego. Los jugadores mueven sus respectivas fichas por turnos en sentido horario alrededor de un tablero, basándose en la puntuación de los dados, y caen en propiedades que pueden comprar de un banco imaginario, o dejar que el banco las subaste en caso de no ser compradas. Si las propiedades en las que caen ya tienen dueños, estos pueden cobrar alquileres o quien caiga podrá comprárselas.	Al pasar por <i>GO</i> las tres primeras veces, cada jugador debe realizar: <i>Go1</i> : Presentación creativa: Hola soy... (Mientras acompaña el saludo con movimientos corporales “inventados”); <i>Go2</i> : Hacer de muñeco del grupo (los integrantes del grupo lo acomodan en una postura curiosa); <i>Go3</i> : Inventarse una celebración innovadora y mostrarla ante el grupo.
<i>Jenga</i>	Juego de habilidad motriz y mental (diseñado por Leslie Scott) en el cual los participantes deben retirar bloques de una torre por turnos y colocarlos en su parte superior, hasta que ésta se caiga. Al jugar los bloques de madera se ubican en formación cruzada por niveles de tres bloques juntos (deben tener la proporción indicada, de manera que formen un cuadrado al colocarse juntos) hasta conformar una torre de 18 niveles de altura. En su turno, cada jugador deberá retirar un bloque de cualquiera de los niveles inferiores de la torre, cuidando que esta no se caiga, y colocarlo en la parte	A cada tabla que compone el Jenga se le ha escrito previamente una palabra. Mientras cada participante va jugando, de las fichas que saca debe escoger mínimo 3 palabras (entre las diversas tablitas que acumuló) para construir una historia en torno a esas tres palabras.

	superior de la torre para formar nuevos niveles y hacer crecer su tamaño. Gana el jugador que realizó la jugada anterior a la que hizo que se derribara la torre.	
Uno	Juego de cartas (diseñado por Merle Robbins) que cuenta con un mazo que contiene dos tipos de cartas: normales y especiales o comodines. Debe contar con dos o más participantes. El objetivo es deshacerse de todas las cartas que se “roban” inicialmente, diciendo la palabra UNO cuando queda la última carta en la mano.	Dentro del mazo debe haber una carta que diga reto (ésta va a la pila de las cartas de reto). Si el sujeto supera el reto cuando le corresponde gana un turno y un comodín; si no, queda igual. Las cartas de reto implican buscar diversas formas para resolver de manera divergente una situación problema presentada en las mismas.
Dibujar	En un octavo de cartulina se pide a los niños hacer un dibujo grupal de un océano con animales “quiméricos” (para este caso animales compuestos por una mezcla de diversas partes de otros animales. Incluyendo animales fantástico).	Mientras los niños realizan el dibujo grupal, cada siete minutos se les lee una historia sobre el mar, a cerca de la cual deben determinar la idea principal y mencionarla, haciendo uso de su capacidad comprensiva y de síntesis.
Pictionary	El juego consiste en adivinar una palabra a través de un dibujo hecho sobre papel (fue diseñado por Rob Angel). Gana el equipo que más palabras o frases adivine. La única comunicación permitida es el dibujo: Por equipos, consiste en adivinar una palabra viendo los dibujos que hace nuestro compañero, en una carrera contrarreloj en la que gana el equipo que adivina más palabras.	Siempre que gane un miembro de uno de los dos grupos, debe realizar la <i>Tarea de Generación de Historias</i> . Esta actividad consiste en entregar al sujeto seis láminas, cuatro de las cuales tienen una relación gráfica evidente y pueden asociarse para generar una secuencia lógica/narrativa. Otra lámina gráficamente no parece tener una relación aparente con las láminas anteriormente mencionadas y la otra lámina es una tarjeta en blanco. A partir de la articulación lógica de estos estímulos/láminas (láminas relacionadas en desorden, lámina sin aparente relación y lámina en blanco) el sujeto debe crear una historia (ver figura 52). La tabla 3 expone los criterios para analizar el desempeño de los sujetos en esta tarea. Particularmente se diseñó una rejilla que permite analizar el despliegue cognitivo que exponían los niños frente a la ejecución en la variante perteneciente al Pictionary (relacionada con la construcción de historias a partir de referentes / láminas y de este modo ubicar su desempeño en uno de siete posible niveles.

Fuente: Basado de Ocampo, Tovar & Arteaga-Díaz (2018).

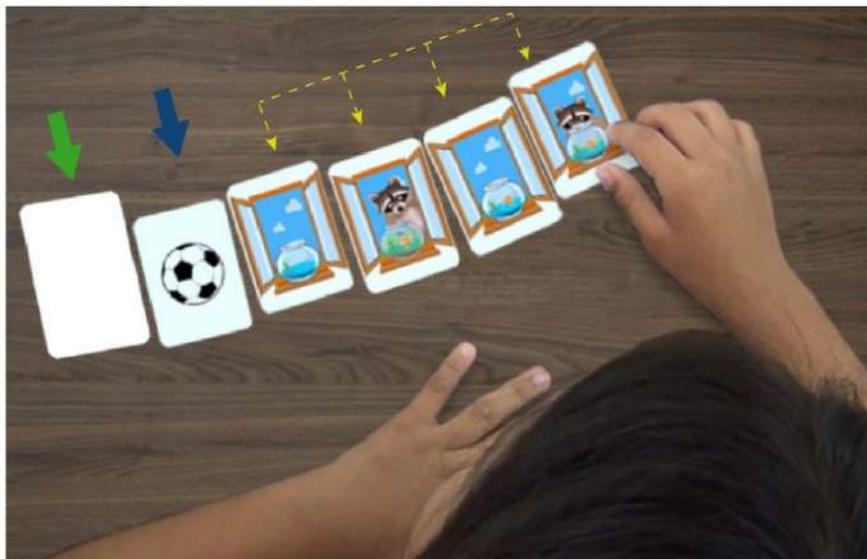


Figura 52. Ejemplo de una situación en la que un sujeto crea una historia a partir de seis láminas que se le entregan en desorden. Las flechas amarillas representan las tres láminas que se relacionan gráficamente. La flecha verde se refiere a la lámina sin relación aparente con las demás tarjetas. Por último, la flecha azul señala la lámina en blanco.

Fuente: Fotografía tomada por el autor del presente libro.

Tabla 3. Niveles y puntajes de desempeño del grupo experimental en las ocho sesiones.

NIVEL	CRITERIO DE ANÁLISIS PARA DEH	Puntaje
N1	No evidencia conciencia de estructura narrativa, ni articulación con los referentes dados.	(0-1)
N2	No evidencia conciencia de estructura narrativa, pero logra realizar una articulación con los referentes dados.	(2-3)
N3	Evidencia conciencia de estructura narrativa, pero sin articulación estable con los referentes dados.	(4-5)
N4	Evidencia conciencia de estructura narrativa y realiza una articulación estable con los referentes dados.	(6-7)

N5	Evidencia conciencia de estructura narrativa, elaboración y realiza articulación estable con los referentes dados.	(8-9)
N6	Evidencia conciencia de estructura narrativa, fantasía, elaboración y realiza articulación estable con los referentes dados. O Conciencia de estructura narrativa, divergencia, elaboración y realiza articulación estable con los referentes dados.	(10-11)
N7	Evidencia conciencia de estructura narrativa, fantasía, divergencia, elaboración y realiza articulación estable con los referentes dados.	(12-13)

Fuente: Tomado de Ocampo, Tovar & Arteaga-Díaz (2018).

La intervención propiciada a partir de la estrategia del juego se realizó sobre la base de la mediación de la creatividad en el contexto de situaciones de creatividad compartida entre los niños mismos y el adulto (en calidad de facilitador). Específicamente, la intervención con juegos se articuló al contexto de un cuento. De este modo, se narró a los niños una historia titulada *Shuna y Ogro: Constructores de Universos de arena*. Esta historia narra la aventura de un Ogro, un mapache y unos niños curiosos que entraron a un bosque de juegos y frutas mágicas. La parte inicial de la historia, fue propuesta por el investigador al principio del proceso de intervención, sin embargo, los niños participaron en la construcción del cuento con la mediación del adulto (facilitador).

El recurso de la historia tuvo como objetivo “envolver” la intervención con juegos en un contexto simbólico y fantástico, con el ánimo de evitar la concepción de tareas de intervención mecánicas que se repiten dentro de un paradigma simplista de estimulación cognitiva. Desde esta perspectiva, sustentada en los planteamientos de Vygotsky (1933/1967, 1930/1990), se asume que no sólo la mediación del otro ubica al niño en la zona de desarrollo próximo (ZDP), sino que también, las herramientas simbólicas como el cuento, abren un espacio de mediación enriquecido que puede favorecer la entrada del niño a la ZDP. Así, la dinámica generada mediante la intervención con el grupo de juegos empleados, correspondería a una *zona de juego* y el nivel envolvente generado a través del trabajo interactivo de los sujetos con la historia, correspondería a una *zona de fantasía* (Ver figura 53).

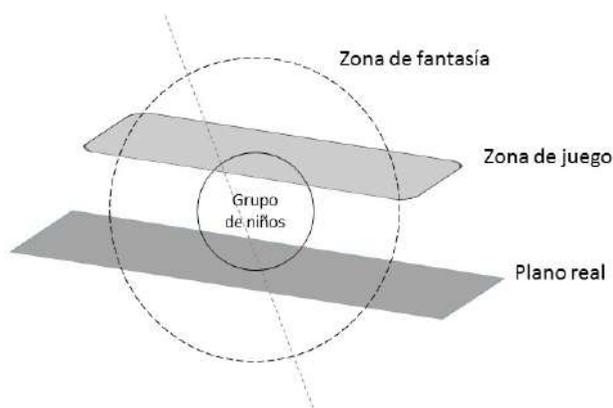


Figura 53. Desde la perspectiva asumida en este estudio, ambos procesos (*zona de juego* y *zona de fantasía*) estarían vinculados a niveles de simbolización importantes para el favorecimiento de aspectos cognitivos asociados al procesamiento creativo en el niño, quien desde el plano real se “mueve” propiciando el acople de dichos niveles.

Fuente: Figura elaborada por el autor del presente libro.

Alrededor de este recurso narrativo se estructuró un Blog con el propósito de mantener una conexión con los padres de los participantes y favorecer la implicación de los mismos niños en la propuesta de intervención.

Análisis de datos

Se emplearon procedimientos de análisis propios de ambos paradigmas (cuantitativo y cualitativo). Desde el punto de vista cuantitativo, se utilizaron estadísticas descriptivas como medidas de tendencia central (medianas) y variabilidad (rangos) para estudiar el desempeño de los niños a través de los puntajes obtenidos en los componentes del PIC-N. Dado que no se contó con un tamaño de muestra lo suficientemente grande y la variabilidad de los puntajes no permitía asumir normalidad en la distribución de probabilidades de los mismos a nivel poblacional, se decidió no aplicar métodos inferenciales de estadística. Se estudió de manera descriptiva el comportamiento de las diferencias entre las puntuaciones observadas antes y después de la intervención. El análisis se complementó con un análisis de contenido realizado sobre la información recabada en la rejilla de observación y en un diario de campo.

RESULTADOS

Participaron en el estudio 30 menores con edades entre los ocho y los diez años, distribuidos en dos grupos de quince sujetos. La muestra total estuvo conformada por dieciseis niñas (siete de ellas asignadas al grupo experimental y nueve al grupo control) y catorce niños (siete de ellos asignados al grupo experimental y siete al grupo control).

El análisis intra grupo, permitió observar un aumento importante del valor de la mediana del puntaje para la creatividad narrativa y general en el grupo intervenido durante el segundo momento de medición. La creatividad gráfica presentó un aumento en su valor mediano sin embargo dicho aumento no alcanzó a presentar la misma magnitud observada en las otras dos variables. Los resultados obtenidos para el grupo control muestran el comportamiento inverso, es decir, disminuyen los valores promedio de la creatividad narrativa y general en la post intervención y aumenta de manera mínima el puntaje a nivel de la creatividad gráfica (Ver tabla 4).

Tabla 4. Niveles promedio (medianas) de creatividad antes y después de la intervención en los dos grupos de estudio.

		Pre intervención		Post intervención	
Grupo	Tipo de creatividad	Mediana	Rango	Mediana	Rango
Intervenido	Narrativa	24.4	0.0 - 100	50.9	10.5 - 100
	Gráfica	16.0	5.0 - 23	20.0	15.0 - 31.0
	General	28.7	0.0 - 100	52.3	15.5 - 100
Control	Narrativa	42.7	2.4 - 69.5	19.9	0.0 - 32.8
	Gráfica	16.0	11.0 - 24.0	15.0	11.0 - 25.0
	General	47.9	12.8 - 69.2	20.11	0.0 - 31.6

Fuente: Tomado de Ocampo, Tovar & Arteaga-Diaz (2018).

Al comparar los resultados obtenidos en ambos grupos usando como variable la diferencia entre los puntajes (puntaje post intervención menos puntaje pre intervención) se observó que en el grupo experimental cuatro de los quince menores presentaron diferencias negativas (puntaje post intervención menor que el puntaje pre intervención) para la creatividad general, tres de los

quince presentaron diferencias negativas para la creatividad narrativa y dos de los quince para la creatividad gráfica, mientras que, los quince menores asignados al grupo control presentaron diferencias negativas tanto para la creatividad narrativa como para la creatividad general, siete de los quince presentaron diferencias negativas en los puntajes de creatividad gráfica, uno de los niños no presentó diferencias y cinco sólo aumentaron su puntuación en un uno por ciento dentro de la escala estandarizada. De acuerdo con los resultados observados en la tabla 4 dentro del grupo intervenido se presentó una alta variabilidad en las diferencias para los puntajes de la creatividad narrativa lo que implicó un comportamiento similar para los valores de la variabilidad general. La prueba no paramétrica usada para realizar la comparación entre los grupos, permite concluir que el comportamiento de las diferencias de puntajes no es el mismo entre los grupos y los valores p obtenidos permitieron rechazar la hipótesis de igualdad para las tres variables ($p=0.000$ para la creatividad narrativa y la creatividad general y $p=0.001$ para la creatividad gráfica).

Un análisis intra grupo más detallado de los subcomponentes de la creatividad gráfica y narrativa, permitió observar un aumento importante del valor de la mediana del puntaje para la fluidez, la flexibilidad y la originalidad a nivel de la creatividad narrativa durante el segundo momento de medición, en el grupo intervenido solamente. En cuanto a los componentes de la creatividad gráfica se presentó un aumento leve en los valores medianos de elaboración, sombras y color y título en la valoración post intervención, así como una leve disminución a nivel de la originalidad gráfica. Los resultados obtenidos para el grupo control, muestran un aumento leve en fluidez y una disminución en la flexibilidad a nivel de la creatividad narrativa. Del mismo modo, tuvo lugar un aumento leve en elaboración y una disminución en título a nivel de la creatividad gráfica (Ver tabla 5). Estos resultados para los subcomponentes de la creatividad gráfica, no alcanzaron a presentar un cambio importante tanto para el grupo intervenido como para el grupo no intervenido, lo cual coincide con el mantenimiento de los valores de creatividad gráfica para ambos grupos a nivel de los dos momentos medidos.

Tabla 5. Medianas y rangos para los puntajes obtenidos en las diferentes componentes de la creatividad.

Grupo	Tipo de creatividad	Componente	Pre intervención		Post intervención	
			Mediana	Rango	Mediana	Rango
Intervenido	Narrativa	Fluidez	15.0	0.0 - 38.0	42.0	14.0 - 100.0
		Flexibilidad	32.3	0.0 - 74,2	54.8	25.8 - 100.0
		Originalidad	15.0	1,3 - 56,3	55.0	13.8 - 100.0
	Gráfica	Elaboración	1.0	0.0 - 8.0	1.2	0.0 - 8.0
		Originalidad	8.0	1.0 - 11.0	0.0	2.0 - 12.0
		Sombras y color	5.0	0.0 - 8.0	6.0	4.0 - 8.0
		Detalles especiales	0.0	0.0 - 0.0	0.0	0.0 - 4.0
		Título	2.0	0.0 - 4.0	4.0	0.0 - 5.0
		Fluidez	22.0	11.0 - 59.0	24.0	13.0 - 60.0
		Flexibilidad	38.7	6.5 - 48.4	35.5	3.2 - 54.8
No Intervenido	Narrativa	Originalidad	15.0	0.0 - 40.0	15.0	0.0 - 38.8
		Elaboración	0.0	0.0 - 3.0	1.0	0.0 - 3.0
		Originalidad	8.0	3.0 - 12.0	8.0	3.0 - 12.0
	Gráfica	Sombras y color	4.0	3.0 - 7.0	4.0	3.0 - 7.0
		Detalles especiales	0.0	0.0 - 1.0	0.0	0.0 - 1.0
		Título	4.0	1.0 - 7.0	3.0	1.0 - 6.0

Fuente: Tomado de Ocampo, Tovar & Arteaga-Diaz (2018).

Al evaluar el desempeño en el juego Pictionary con variante (juego constante) se observó, que los quince sujetos en su rol de niño/protagonista (niño que llevaba el turno para diseñar la historia), a lo largo de las primeras cuatro semanas de intervención, tuvieron un promedio de diez puntos en el desempeño en la elaboración de historias (DEH). Este desempeño, hace alusión (según los criterios definidos en esta investigación) a la generación de narraciones cuyas características se definen por la construcción elaborada, con estructura tipo historia, componentes fantásticos o divergentes, manteniendo la asociación entre los elementos proporcionados como referente (Ver tabla 3, en sección de Procedimiento e instrumentos). Durante la segunda mitad de la intervención (semanas 5, 6, 7 y 8), el promedio en la producción narrativa del grupo de niños fue de doce puntos, desempeño que se caracterizó por la posibilidad del niño/protagonista para diseñar narraciones que implicaron la construcción elaborada, con estructura tipo historia, constituida por elementos fantásticos y giros divergentes, manteniendo la asociación entre los elementos proporcionados como referente.

Esto indica una tendencia del grupo de niños a ubicar paulatinamente su desempeño en un nivel de elaboración más complejo (entre doce y trece puntos) hacia las semanas 5, 6, 7 y 8 (tabla 6). Durante la primera sesión diez niños se ubicaron en el nivel 6 de desempeño, mientras que sólo dos de los sujetos se ubicaron en el nivel máximo de desempeño (nivel 7). El resto de los niños se posicionaron entre el nivel 5 y el 4 de desempeño en la elaboración de historias. Efectivamente, para la semana No 8, los datos evidencian que sólo dos sujetos se ubicaron en el nivel 6 de desempeño, mientras que doce niños se posicionaron en el nivel máximo de desempeño (nivel 7). Al final de las sesiones, sólo un sujeto se ubicó en el nivel 5 de desempeño en el juego constante (Pictionary).

Tabla 6. Comparativo del desempeño en la elaboración de historias (DEH) entre la sesión No 1 y la sesión No 8.

Nivel	Sesión 1		Sesión 8	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	2	13.3	0	0

5	1	6.7	1	6.7
6	10	66.7	2	13.3
7	2	13.3	12	80
Total	15	100	15	100

Fuente: Datos investigativos provenientes de un estudio desarrollado por el autor del libro y socializados de primera mano a través de este texto.

Por otro lado, respecto al nivel de las interacciones, se logró evidenciar en los niños una tendencia espontánea a involucrarse en las historias elaboradas por el niño/protagonista, lo cual sitúa el análisis más allá del simple sujeto creativo y los centra en lo que se denomina en este trabajo *circunstancias de creatividad compartida*. Así, se resalta el hecho de acuerdo con el cual, de los 120 turnos formales que tuvieron los niños, solamente en el 10% (12 turnos) la figura del investigador participó como mediador único; en el resto de los turnos (108), los sujetos se vincularon como niños/mediadores que brindaron apoyo al niño/protagonista. Esto indica que el porcentaje de participación de los sujetos como niños/mediadores fue de 90%. De este modo, se observó que de 120 turnos que los niños/protagonistas tuvieron para diseñar historias, en todos hubo alguna forma de intervención realizada por el investigador, por los niños/mediadores o por ambos al tiempo.

También, se encontró que el 68% (82 turnos) de las mediaciones se relacionaron con un avance posterior en el desempeño del niño/protagonista. Por otro lado, aunque el porcentaje de las mediaciones exitosas efectuadas durante las primeras cuatro semanas (primer bloque de intervenciones) fue 72% (43/60 turnos) y el de las últimas cuatro semanas (segundo bloque de intervenciones) fue 65% (39/60 turnos), no se puede afirmar que el valor de efectividad de las mediaciones decayó hacia el segundo bloque de intervenciones. Por tal razón, a continuación, se analizan las condiciones en que algunas mediaciones “pareciera” que no fueron exitosas. Al analizar las mediaciones no asociadas con avance exitoso, se observó que sólo el 32% (38/120 turnos) de las mediaciones durante las ocho semanas de intervención, no se asociaron a un avance en el desempeño sobre la elaboración de la historia (DEH). No obstante, en aquellas mediaciones que no permitieron avance en las primeras cuatro semanas (que correspondieron al 25% o 15/60 mediaciones), se observó que sólo en tres oportunidades la mediación se realizó sobre un desempeño que de por sí ya era óptimo (por parte del niño/protagonista) es decir, que estaba dentro de una medida de 12 a 13 puntos

(o nivel 7) de desempeño en la generación de la historia. Por otra parte, en aquellas mediaciones que no permitieron avance en las últimas cuatro semanas (que correspondieron al 32% o 19/60 mediaciones), se observó que en diez oportunidades la mediación se realizó sobre un desempeño que de por sí ya era óptimo (por parte del niño/protagonista) es decir, que estaba dentro de una medida de 12 a 13 puntos (o nivel 7) en la generación de historias. Lo anterior sugiere que en estos casos no se podría cuestionar la efectividad de la mediación sobre el avance, puesto que se estaba mediando sobre un desempeño que de por sí, antes de ser mediado, ya era de alto nivel (de acuerdo con los criterios establecidos para este estudio).

También, es importante señalar que en su participación como niños/mediadores, los sujetos presentaron diversas formas de intervención sobre las producciones del niño/protagonista. A continuación, se presenta una síntesis de los tipos de mediaciones informales que llevaron a cabo los sujetos en su rol espontáneo de niño/mediador:

Tabla 7. Tipos de intervención realizada por los niños/mediadores frente a las historias elaboradas por el niño/protagonista.

TIPO DE MEDIACIÓN	MANIFESTACIONES
A. SOLICITAR UN CAMBIO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solicitar un cambio en alguna parte de la historia para hacerla diferente, impactante, sorprendente. ▪ Solicitar darle un uso/función diferente a un objeto, para invitar al niño /protagonista a ir más allá de las imágenes concretas. ▪ Invitar a apartarse de historias descriptivas.
B. SOLICITAR DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pedir aclaraciones de aspectos del personaje/fenómeno o de cómo ocurre algo. ▪ Indagar sobre aspectos de la historia. ▪ Indagar sobre qué ocurre a continuación. ▪ Señalar que elementos le faltaron a la historia. ▪ Responder en forma de “reflejo”, por ejemplo: A (Niño/protagonista): <i>y luego se dio cuenta...</i> B (niño/mediador): <i>y luego se dio cuenta...</i> A (Niño/protagonista): <i>y luego se dio cuenta que había algo escondido en la caja.</i>
C. PRESENTAR UN MODELO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar un ejemplo de especulación sobre la historia. ▪ Completar con una idea con recursos: verbales o corporales.

<p>D. SOLICITAR ORIGINALIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfatizar en la diferencia para no repetir la historia del otro. ▪ Enfatizar en la diferencia para no repetir las historias de la literatura o el cine. ▪ Evidenciar la tendencia psicológica o temática de la historia, por ejemplo: B Niño/mediador: es que siempre cuentas historias de violencia o van cuatro veces que metes un portal en tus historias (evidenciar cualquier tendencia monotemática).
<p>E. RECONOCIMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resaltar el desempeño. ▪ Enfatizar sobre una de las ideas diseñadas por el sujeto. ▪ Señalar componentes cualitativos de la historia.
<p>F. PROPICIAR LA VALORACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confirmar elementos emocionales agresivos entre otros.
<p>G. PROPICIAR EL CIERRE DE LA HISTORIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Invitar al cierre de la historia.

Fuente: Datos investigativos provenientes de un estudio desarrollado por el autor del libro y socializados de primera mano a través de este texto.

En términos de mediaciones espontáneas entre pares, pudo observarse que una de las formas de participación por parte de los niños/mediadores tuvo lugar a través de la complementación de las narraciones construidas por el niño/protagonista. Así, el niño/mediador participó adicionando a la historia del niño/protagonista elementos nuevos, ya fuera mediante la especulación realizada sobre sus producciones o completando las historias con recursos verbales o corporales (mediación tipo c). Otra forma de participación en las historias producidas por el niño/protagonista, consistió en la indagación que los niños/mediadores realizaban solicitando el desarrollo de una idea, pidiendo aclaraciones acerca de aspectos específicos y señalando elementos de los que carecían las historias del niño/protagonista (mediación tipo b). Del mismo modo, se observó que los niños/mediadores se involucraron en el proceso creativo del niño/protagonista, a través de la petición de originalidad, la solicitud de no repetir la historia narrada anteriormente por otro niño o historias de la literatura o el cine, como también, señalando tendencias psicológicas o aspectos monotemáticos en las producciones del

niño/protagonista (mediación tipo d). La mediación tipo d, se evidenció más notoriamente en las participaciones de los niños/mediadores a partir de la cuarta y quinta semana de intervención (al iniciar el segundo bloque de intervenciones).

Cabe notar que las formas de participación de los niños/mediadores en el proceso creativo de los niños/protagonistas, se incrementaron en un 31% hacia el segundo bloque del tiempo de intervención (semanas 5, 6, 7 y 8). Este ascenso en la actividad mediadora por parte de los pares, fue considerable para la participación basada en la tendencia a complementar la historia de otro (mediación tipo c), así como en aquellas intervenciones en las que los niños/mediadores usaban la indagación para participar en la circunstancia creativa (mediaciones tipo b). Lo cual puede relacionarse con el avance en términos de la fluidez ideativa, la tendencia a la especulación y la capacidad de cuestionamiento, posiblemente asociadas con el despliegue de la curiosidad por parte de los niños/mediadores.

La participación a manera de juicio crítico (mediaciones tipo d) no fue abundante, ni constante a lo largo del repertorio de las participaciones efectuadas por los niños/mediadores durante el tiempo de intervención. Sin embargo, es importante mencionar que entre el primero y segundo bloque del tiempo de intervención se presentó un cambio más notorio en la tendencia de los niños/mediadores a adquirir posturas críticas frente a la carencia de novedad u originalidad en la construcción de historias creadas por los niños/protagonistas. Este cambio notorio, reportó un incremento del 79%, es decir, ocho mediaciones tipo d durante las primeras cuatro semanas y 30 mediaciones tipo d durante las cuatro semanas finales. Estos hechos permiten sugerir el avance cualitativo de los sujetos en aspectos alusivos a las habilidades creativas, ya que posiblemente estas intervenciones contribuyen al aprendizaje de posturas críticas sobre las construcciones de otros y eventualmente sobre las propias elaboraciones.

Por otro lado, también se evidenciaron ciertas situaciones en las que algunos niños participaron de manera más compleja (menos común), respecto a las formas regulares que generalmente presentaban los sujetos durante el tiempo de intervención. Este tipo de participaciones complejas se manifestaron a través de procesos como evaluar, regular o monitorear las propias producciones o las producciones de los demás. A continuación se enuncian algunos ejemplos de este tipo de participaciones complejas: 1) Cuando un sujeto argumentaba espontáneamente acerca de las diferencias

entre su historia y la historia elaborada por otro compañero: “ella estuvo hablando de la época actual y yo hablé fue de la época primitiva”, o 2) al juzgar su historia buscando ser consciente de la existencia de una perseveración temática: “ya no puedo usar más el tema de matar, pues lo he usado mucho” o 3) al percatarse de una regularidad en las construcciones de sus pares: “¿No entiendo por qué todos usaron el tema del futbol”, o también, 4) al manifestar que la historia de un compañero tuvo mucha fantasía pero le faltó conexión con los referentes dados: “pues ... te fuiste más a lo de la imaginación y los poderes... y te olvidaste de las láminas que tenías aquí”.

Este tipo de participaciones se denominaron en este trabajo *intervenciones de despliegue metacognitivo (IDM)*. Así, de 36 *intervenciones de despliegue metacognitivo* por parte de los sujetos a lo largo de todo el tiempo de intervención, se observó que durante las primeras cuatro semanas su ocurrencia fue baja (10 situaciones de ocurrencia de IDM). Sin embargo, para las últimas cuatro semanas (semanas 5, 6, 7 y 8) estas formas de pensamiento metacognitivo se incrementaron en un 44% (26 situaciones de ocurrencia de IDM). Cabe señalar que específicamente, la tendencia a desplegar recursos metacognitivos para evaluar las producciones de otros, se incrementó en un 57% (un poco más de tres veces) para las últimas semanas (Primer bloque: 6 y segundo bloque: 22), mientras que en la tendencia a desplegar estos mismos recursos para valorar las producciones propias no se evidenciaron modificaciones (primer bloque: 4 y segundo bloque: 4). Este último fenómeno, posiblemente tuvo lugar debido a que la propuesta enfatizó en la mediación sobre las producciones de OTRO (tal como lo ejemplificaba la conducta del investigador/mediador en su condición de posible modelo de mediación) pero también, puede estar relacionado con la posibilidad de acuerdo con la cual el proceso para adquirir una postura objetiva y analítica, perceptivamente puede facilitarse en los niños de estas edades, cuando valoran los productos de otros, más que cuando evalúan sus propios procesos o construcciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación apoyan, al igual que otros estudios, la posibilidad de que las habilidades creativas puedan modificarse a través del diseño de intervenciones específicas (Antonietti, 2000; Baer, 2014; Fleith et al, 2002; Hu, et al., 2013; Komarik & Brutenicova, 2003; Saxon et al., 2003;

Stevenson, et al., 2014; Amponsah, Kwesi & Ernest 2019). Particularmente, los resultados confirman la hipótesis que propone que la intervención con juegos favorece el aumento de la creatividad global, confirmando los resultados de estudios que habían indicado efectos positivos del juego en el desarrollo de la creatividad (Baggerly, 1999; Garaigordobil, 2006; Howard et al., 2002; Mellou, 1995; Memmert, 2007; Precio-Café, 1995; Ott & Pozzi, 2010; Lucchiari, Sala & Vanutelli, 2018). Esto sugiere que probablemente el juego (en su calidad de herramienta cognitiva) contribuye al despliegue de las habilidades creativas como funciones mentales superiores.

El efecto de la intervención con juegos con variante acoplada (JVA) diseñados para este estudio, incide significativamente en el incremento de la creatividad general, particularmente en las variables que constituyen el componente de creatividad narrativa: fluidez, flexibilidad y originalidad. En lo concerniente al componente gráfico las variables elaboración y sombras y color, aumentaron levemente pero no presentaron un cambio significativo. Es posible que no se registraran efectos sobre aspectos relativos a la minuciosidad, al detalle y al sentido de lo estético a nivel gráfico, debido a que, en mayor proporción, los énfasis cognitivos de los JVA (que constituyeron la intervención) propiciaban el despliegue de habilidades creativas asociadas a demandas de producción sobre aspectos semánticos y lingüísticos.

No obstante, este estudio sugiere que el juego desde su estatus de preferido por el sujeto y en condiciones de mediación, se ubica como “bisagra” de ensamble del escenario para el mejoramiento de la creatividad. Por tanto, es fundamental continuar explorando las formas de intervención basadas en perspectivas que trabajan desde la importancia de los procesos de mediación planteados por Vygotsky (1933/1967; 1930/1990) y las relaciones de cooperación creativa (Runco, 2014 y 2015a).

Además, el abordaje desde la perspectiva de la mediación de la creatividad en situaciones de juego, distancia el presente estudio de formas de intervención que parten del concepto de entrenamiento. Particularmente, los programas para incidir en el despliegue de procesos cognitivos, que se basan en el entrenamiento, trabajan desde un paradigma cuyo trasfondo sugiere que: la exposición de los sujetos a tareas (que se dice que ponen en funcionamiento ciertos componentes cognitivos) genera mejoras que se esperaría que se transfieran a situaciones más ecológicas. Estas propuestas de entrenamiento, aunque refieren resultados significativos para el estudio de los procesos cognitivos y las formas de intervención, privilegian solamente la línea de acción

bidimensional sujeto-objeto, configurando dinámicas cuya concepción de sujeto se reduce a relaciones “mecánicas” establecidas entre las tareas y las habilidades cognitivas. Evidentemente, desde estas aproximaciones se tiende a aceptar que, de estas relaciones, el sujeto eventualmente se sitúa como un beneficiario.

En este sentido, es fundamental considerar posturas que trabajan desde la importancia de los procesos de “mediación” planteados por Vygotsky (1933/1967; 1930/1990) y los procesos sociales, especialmente aquellos asociados a la cooperación (Runco, 2014 y 2015).

Así mismo, resulta esencial asumir perspectivas que confieran relevancia a las percepciones que tiene los sujetos sobre las tareas, la motivación intrínseca y que se pregunten acerca de cómo las características de la tarea inciden en la optimización las habilidades de los niños para entrar en estados de creatividad (Csikszentmihalyi & Nakamura, 2010; Csikszentmihalyi & Wolfe, 2014). Cabe resaltar que el carácter de juego preferido, da cuenta de la importancia del nivel de compromiso conjunto generado por la tarea mediada. Por lo que puede mencionarse como un aspecto cualitativo observado durante el estudio, el nivel de conexión atencional, el cual pareció en muchas de las sesiones fluir de manera no esforzada tal como lo sugiere la “teoría del Flujo” (Csikszentmihalyi, 2008 y 2010).

Por otro lado, el cambio evidenciado en las formas de pensamiento complejo materializado en las elaboraciones narrativas de alto nivel (nivel 7 para el presente estudio), muestra evidencias de como los procesos de *mediación de la creatividad* favorecen el desarrollo de las habilidades relacionadas con el acto creativo, tal y como podría concebirse desde una perspectiva que toma como referencia el “modelo histórico cultural”.

En este caso, se evidencia que el juego favorece conductas de participación, propiciando formas de relacionamiento complejo no sólo entre el niño y la tarea; o el niño, la tarea y el investigador/mediador; sino entre el niño, la tarea y los niños entendidos como mediadores. En estas interacciones complejas, los niños/mediadores se muestran motivados por articular sus ideas creativas con la propuesta del niño/protagonista, generando un espacio óptimo para el surgimiento de *circunstancias de creatividad compartida* donde el componente social se evidencia en tomar como punto de partida la historia que el OTRO viene construyendo y de este modo, enriquecerla con el aporte de elementos complementarios o totalmente nuevos.

Este proceso, de acuerdo a la experiencia registrada en el tiempo de intervención tuvo lugar espontáneamente, requiriendo la mediación ocasional del adulto, pero dejando evidencia del efecto del nivel de compromiso conjunto que genera la *tarea mediada* en los procesos cognitivos de los sujetos, ya que la conexión atencional pareció en muchas de las sesiones fluir de manera no esforzada tal como lo sugiere la “teoría del flujo” (Csikszentmihalyi, 1995, 2008 y 2010).

Del mismo modo, también puede sugerirse que bajo estas condiciones de interacción generadas por el juego –desde su estatus de preferido y en el marco de la mediación– se posibilita el acceso de los niños a una *zona compartida de desarrollo próximo*, cuyo beneficiario no sólo es el niño como protagonista, sino el grupo de niños y el producto creativo en sí.

Efectivamente, resulta posible que la dinámica espontánea de la participación en el contexto de la *creatividad mediada* fomente en el niño/protagonista estados de incubación de las ideas creativas similares a los propuestos por Wallas (1926). Estos estados de incubación, que probablemente duren segundos, quizás faciliten en el sujeto el proceso mental de volver a involucrarse en la construcción de su propia historia, interrumpida por una pregunta, por una idea nueva o por alguna forma de retroalimentación planteada por el niño/mediador o el investigador/mediador. De este modo, la dialéctica generada entre 1) la retroalimentación recibida por el sujeto (en el marco de la mediación), 2) la incubación de la idea diseñada y 3) la reorganización o reajuste de la misma, tiene lugar gracias a la dinámica de creación y difusión instantánea del producto creativo facilitada desde la estructura misma del juego/tarea. Este movimiento recurrente se relaciona con la quinta fase del proceso creativo sugerida por Moles (1970), ya que el producto diseñado por los niños no sigue un orden depurado en su generación, sino que se ve interrumpido por un proceso de socialización dialéctico que tiene lugar en la triangulación creativa entre los sujetos, el producto y el juego.

Lo anterior sustenta la participación de la dimensión social planteada antaño por algunos autores respecto al acto creativo (Candolle 1973; Ellis 1926; Ostwald 1909), pero ubica el punto crítico en el proceso de *creatividad mediada* y sobre todo supera el carácter solipsista del sujeto/creador, para dar cabida a la comprensión del proceso colectivo de *creatividad compartida*, asociado a la construcción de productos de la imaginación cuya naturaleza es de origen intermental.

Continuando con el análisis del espectro de posibilidades facilitadas por las *circunstancias de creatividad compartida*, puede plantearse que en esta investigación se logró evidenciar en los sujetos (aquellos que participaron del proceso de intervención) la tendencia a comprender y buscar críticamente las producciones caracterizadas por la novedad. Esto sugiere que este tipo de intervenciones que hacen uso del juego orientado desde la “teoría del flujo” en condiciones de mediación, contribuyen al despliegue de algunos aspectos metacognitivos relacionados con el acto creativo en los niños de esta edad, tales como juzgar los procesos y evaluar las producciones de otros. En efecto, puede plantearse que la intervención favoreció la posibilidad de los sujetos para ser sensibles frente a la originalidad, el despliegue de habilidades para penetrar la tarea más allá de las fronteras tradicionales y para redefinir las ideas cotidianas, así como la posibilidad de acceder a dinámicas de verificación dirigidas a revisar las producciones creativas de sus pares. Este despliegue metacognitivo puede relacionarse con planteamientos recientes que exploran la “metacreatividad” como una variable esencial para entender la cognición creativa (Runco, 2015a, 2015b; Runco, 2019).

Así, se evidencia la doble incursión del niño como protagonista ideativo y como coadyuvante contextual en el proceso creativo, participando desde su influencia social sobre los componentes ontológico y empírico relacionados con la creatividad (Csikszentmihalyi, 1988). Dicha participación, evidentemente tiene lugar cuando el niño se ubica como individuo curioso o “crítico” de los productos de la creatividad de un OTRO y, además cuando espontáneamente construye estos productos de manera conjunta.

CONCLUSIONES

Este estudio ha contribuido al cuerpo de conocimientos en psicología educativa aplicada y a la comprensión de la creatividad como proceso cognitivo. Los resultados muestran que las habilidades creativas de los niños entre ocho y diez años que participan de un proceso de intervención con *juegos mediados* se ven favorecidas significativamente. Así, se plantea que los efectos de los juegos mediados diseñados para este estudio, se reflejan en habilidades creativas específicamente en la dimensión narrativa.

No obstante, este tipo de intervención genera un mejoramiento parcial en la dimensión de la creatividad gráfica, puesto que aquellos aspectos relacionados con la producción y elaboración a nivel de la dimensión figurativa y estética no presentaron un cambio significativo como efecto de estos tratamientos. De esta manera, para estudios posteriores se recomienda tener en cuenta elementos constitutivos del proceso creativo en su aspecto gráfico, durante la fase de diseño de las variantes incorporadas en cada juego que conformará la estrategia de intervención.

Por otro lado, se evidencia una tendencia espontánea de los niños a involucrarse en *circunstancias de creatividad compartida* al situarse como mediadores de los procesos de creatividad de sus pares, generando la posibilidad de que los sujetos (como grupo) se beneficien del acceso a lo que podría llamarse *zona compartida de desarrollo próximo* (tomando como fundamento la perspectiva histórico cultural), caracterizada dentro del presente estudio por la presencia del adulto que favorece el despliegue del “niño como mediador” y a su vez del “niño como creador potencial”.

Particularmente, puede concluirse que cuando los pares median en las construcciones narrativas de otros niños, presentan una tendencia a complementar o completar las producciones de quien lidera la construcción de la narración, pero lo hacen teniendo en cuenta el estado actual del producto creativo. Además, también se evidencia en los pares mediadores, la tendencia a solicitar un cambio en las ideas del otro a través de la indagación, la especulación, el planteamiento de otras posibilidades y el señalamiento de carencias en el producto del niño que lidera la idea creativa. Los resultados de este estudio también sugieren que intervenciones de esta naturaleza tienen efectos sobre la posibilidad de los sujetos para ser sensibles ante las producciones novedosas y además sobre la posibilidad de criticar productos creativos desde la perspectiva de la originalidad.

Estos hallazgos permiten concebir de una manera diferente el lugar del mediador, quien no necesariamente debe ubicarse desde la posición del conocimiento o desde el dominio de habilidades superiores. Más específicamente, la mediación en este sentido, se puede comprender como la acción de un OTRO que en la medida que descubre formas y estrategias diferentes de contribuir a la construcción de productos de la imaginación, se involucra sin la intención explícita de constituirse como el motor del avance del sujeto que intenta protagonizar el desarrollar una idea creativa, pero si con la intención de transformar el producto mismo mientras juega.

Una posible limitación de este estudio se refiere a que los hallazgos presentados hacen parte de análisis que aplican esencialmente para los sujetos participantes del mismo, por lo cual se sugiere realizar otras investigaciones de esta índole que involucren muestras de sujetos de mayor tamaño y representatividad.

Aunque el juego en sí mismo hace parte de la cotidianidad del niño y de las interacciones que él establece con su entorno, es importante considerar como una posible limitación la dificultad para llevar a cabo la evaluación del nivel de cambio que presentaron los sujetos sobre contextos más cotidianos, lo cual puede debilitar aspectos relacionados con la validez ecológica. En este sentido, también se recomienda atender a planteamientos como los propuestos por Glăveanu (2014) y Botella & Lubart (2016), quienes manifiestan que no se puede confiar demasiado en el paradigma psicométrico, y de esta manera descontextualizar el proceso creativo como si este realmente pudiera reproducirse en la demanda planteada desde una “situación de laboratorio”. Esta aproximación cuidadosa, implicaría reconocer el valor de las circunstancias de despliegue creativo, sin dejar de lado la comprensión de la esencia del proceso que se está estudiando a nivel de la ciencia, las artes, el deporte, el diseño, la escuela o la vida cotidiana.

Finalmente, de acuerdo con lo observado (durante el periodo de intervención) a nivel de la interacción entre los niños, las tareas y las ideas creativas, se sugiere que las intervenciones sobre habilidades creativas deben trascender el concepto simplista de entrenamiento niño-tarea y estructurarse sobre condiciones de construcción simbólica y social de los productos creativos, lo cual ubica esta propuesta en el corazón de lo que se refiere aquí como *circunstancias de creatividad compartida*.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- De acuerdo con el estudio, ¿qué son?:
 - *Juegos con variante acoplada (JVA)*
 - *Circunstancias de creatividad compartida*
 - *Intervenciones de despliegue metacognitivo (IDM)*
- ¿Cuáles fueron los tipos de mediaciones descritos durante la *Tarea de elaboración de historias*?
- ¿Cómo se relaciona el juego infantil con la mediación de la creatividad?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso-Benlliure, V., Meléndez, J. C., & García-Ballesteros, M. (2013). Evaluation of a creativity intervention program for preschoolers. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.07.005>
- Amabile, T. M. (1998). How to kill creativity. Harvard Business School Publishing.
- Amabile, T. M., & Pillemer, J. (2012). Perspectives on the social psychology of creativity. *The journal of creative behavior*, 46(1), 3-15. <https://doi.org/10.1002/jocb.001>
- Amponsah, S., Kwesi, A. B., & Ernest, A. (2019). Lin's creative pedagogy framework as a strategy for fostering creative learning in Ghanaian schools. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.09.002>
- Antonietti, A. (2000). Enhancing creative analogies in primary schoolchildren. *North American Journal of Psychology*, 2, 75-84.
- Arden, R., Chavez, R. S., Grazioplene, R., & Jung, R. E. (2010). Neuroimaging creativity: A psychometric review. *Behavioral Brain Research*, 214, 143-156. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.015>
- Baer, J. (2014). *Creativity and divergent thinking: A task-specific approach*. USA: Psychology Press.
- Baggerly, J. N. (1999). Adjustment of kindergarten children through play sessions facilitated by fifth grade students trained in child-centered play therapy procedures and skills. Dissertation Abstracts International Section A: *Humanities and Social Sciences*, 60 (6-A), 1918.
- Barraca, J., Ancillo, I., Artola, T. & Masteiro, P. (2004). *Prueba de Imaginación Creativa - Niños*. España: Ed. TEA.
- Benedek, M., Bergner, S., Könen, T., Fink, A., & Neubauer, A. C. (2011). EEG alpha synchronization is related to top-down processing in convergent and divergent thinking. *Neuropsychologia*, 49(12), 3505-3511. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.004>
- Benedek, M., Jauk, E., Fink, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neubauer, A. C. (2014). To create or to recall? Neural mechanisms underlying the generation of creative new ideas. *Neuro Image*, 88, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.021>
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: the common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>

- Botella, M., & Lubart, T. (2016). Creative processes: Art, design and science. In *Multidisciplinary Contributions to the Science of Creative Thinking* (pp. 53-65). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-618-8_4.
- Cohen, G. (2006). Research on creativity and aging: The positive impact of thearts on health and illness. *Generations*, 30(1), 7-15.
- Csikszentmihalyi, M., & Nakamura, J. (2010). Effortless Attention in Everyday Life: A systematic phenomenology. In B. Bruya (Ed.), *Effortless Attention: A New Perspective in the Cognitive Science of Attention and Action* (pp. 179 – 189). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Csikszentmihalyi, M., & Shernoff, D. (2008). Flow in Schools: *Cultivating engaged learners and optimal learning environments*.
- Csikszentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2014). New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in education. In *The Systems Model of Creativity* (pp. 161-184). Netherlands: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9085-7_10.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136, 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>.
- Fink A, Grabner RH, Gebauer D, Reishofer G, Koschutnig K, Ebner F (2010): Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study. *Neuroimage* 52: 1687–1695. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.072>.
- Fink, A., & Benedek, M. (2013). 10 The Creative Brain: Brain Correlates Underlying the Generation of Original Ideas. *Neuroscience of creativity*, 207.
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., & Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human brain mapping*, 30(3), 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>.
- Fleith, D. S., Renzulli, J. S., & Westberg, K. L. (2002). Effects of a creativity training program on divergent thinking abilities and self-concept in monolingual and bilingual classrooms. *Creativity Research Journal*, 14, 373–386. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1434_8.
- Garaigordobil, M. (2006). Intervention in creativity with children aged 10 and 11 years: Impact of a play program on verbal and graphic-figur-

- al creativity. *Creativity Research Journal*, 18(3), 329-345. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_8.
- Garaigordobil, M., & Berruero, L. (2011). Effects of a play program on creative thinking of preschool children. *The Spanish journal of psychology*, 14(02), 608-618. DOI: https://doi.org/10.5209/rev_SJOP.2011.v14.n2.9
- Gilford, J. P. (1980). *Cognitive styles: What are they? Educational & Psychological Measurement*. New York: Plenum Press. <https://doi.org/10.1177/001316448004000315>.
- Glăveanu, V. P. (2014). The psychology of creativity: A critical reading. DOI: 10.15290/ctra.2014.01.01.02
- Green, A. E., Cohen, M. S., Raab, H. A., Yedibalian, C. G., & Gray, J. R. (2015). Frontopolar activity and connectivity support dynamic conscious augmentation of creative estate. *Human brain mapping*, 36(3), 923-934. <https://doi.org/10.1002/hbm.22676>
- Hosseinee, A. (2008). Investigating the impact of the creativity teaching program on teachers' knowledge, attitude, and skills. *Quarterly Journal of Educational Innovations*, 22, 67-72.
- Howard, P. A., Taylor, J. R., & Sutton, L. (2002). The effect of play on the creativity of young children during subsequent activity. *Early Child Development and Care*, 172, 323-328. <https://doi.org/10.1080/03004430212722>
- Hu, W., Wu, B., Jia, X., Yi, X., Duan, C., Meyer, W., & Kaufman, J. C. (2013). Increasing students' scientific creativity: The "learn to think" intervention program. *The Journal of Creative Behavior*, 47(1), 3-21. <https://doi.org/10.1002/jocb.20>
- Jauk, E., Benedek, M. & Neubauer, A. (2012). Tackling creativity at its roots: Evidence for different patterns of EEG alpha activity related to convergent and divergent modes of task processing. *International Journal of Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.02.012>
- Jaušovec, N., & Jaušovec, K. (2000). EEG activity during the performance of complex mental problems. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 73-88. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(99\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(99)00113-0)
- Kahl, C. H., & Hansen, H. (2015). Simulating creativity from a systems perspective: CRESY. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18 (1), 4. DOI: 10.18564/jasss.2640
- Komarik, E. and E. Brutenicova. (2003). Effect of Creativity Training on Preschool Children. *Studia Psychologica*. 45(1): 37-42.
- Lucchiari, C., Sala, P. M., & Vanutelli, M. E. (2018). The effects of a cognitive pathway to promote class creative thinking. An experimental

- study on Italian primary school students. *Thinking Skills and Creativity*. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.12.002>
- Lustenberger, C., Boyle, M. R., Foulser, A. A., Mellin, J. M., & Fröhlich, F. (2015). Functional role of frontal alpha oscillations in creativity. *Cortex*, 67, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.03.012>
- Martindale, C. (1999). The biological basis of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 137-152). Cambridge: Cambridge University Press.
- Maysless, N., & Shamay-Tsoory, S. G. (2015). Enhancing verbal creativity: modulating creativity by altering the balance between right and left inferior frontal gyrus with tDCS. *Neuroscience*, 291, 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.01.061>
- Mellou, E. (1995). Review of the relationship between dramatic play and creativity in young children. *Early Child Development and Care*, 112, 85-107. <https://doi.org/10.1080/0300443951120108>
- Memmert, D. (2007). Can creativity be improved by an attention-broadening training program? An exploratory study focusing on team sports. *Creativity Research Journal*, 19(2-3), 281-291. <https://doi.org/10.1080/10400410701397420>
- Memmert, D., Baker, J. & Bertsch, C. (2010). Play and practice in the development of sport-specific creativity in team ball sports. *High Ability Studies*, 21(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/13598139.2010.488083>
- Ocampo-González, A., Tovar-Cuevas, J., & Arteaga-Díaz, G. (2018). The Game and Creative Cognition. A Proposal of Intervention. *Educational Psychology*, 25(1), 59-65. <https://doi.org/10.5093/psed2018a21>
- Onarheim, B., & Friis-Olivarius, M. (2013). Applying the neuroscience of creativity to creativity training. *Frontiers in human neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00656>
- Ott, M., & Pozzi, F. (2010). Towards a model to evaluate creativity-oriented learning activities. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (2010) 3532-3536. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.547>
- Price-Coffee, J. (1995). The effects of structured play activities on the cognitive development of kindergarten children. Dissertation Abstracts International Section A: *Humanities and Social Sciences*, 56(2-A), 0424.
- Radel, R., Davranche, K., Fournier, M., & Dietrich, A. (2015). The role of (dis) inhibition in creativity: Decreased inhibition improves idea generation. *Cognition*, 134, 110. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.09.001>

- Ramnani, N., & Owen, A.M. (2004). Anterior prefrontal cortex: Insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nrn1343>
- Razumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: An EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10, 11–18. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00017-3)
- Runco, M. A. (2014). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Elsevier.
- Runco, M. A. (2015). A Commentary on the social perspective on creativity. *Creativity. Theories–Research–Applications*, 2(1), 21-31. DOI: 10.1515/ctra-2015-0003
- Runco, M. A. (2019). Creativity as a Dynamic, Personal, Parsimonious Process. In *Dynamic Perspectives on Creativity* (pp. 181-188). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99163-4_10
- Saxon, J. A., Treffinger, D. J., Young, G. C., & Wittig, C. V. (2003). Camp Invention(R): A creative, inquiry-based summer enrichment program for elementary students. *Journal of Creative Behavior*, 37, 64–74. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2003.tb00826.x>
- Stevenson, C. E., Kleibeuker, S. W., de Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2014). Training creative cognition: adolescence as a flexible period for improving creativity. *Frontiers in human neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00827>
- Sun, J., Chen, Q., Zhang, Q., Li, Y., Li, H., Wei, D. & Qiu, J. (2016). Training your brain to be more creative: brain functional and structural changes induced by divergent thinking training. *Human brain mapping*, 37(10), 3375-3387. <https://doi.org/10.1002/hbm.23246>
- Torrance, E. P., & Safer, H. T. (1990). *The incubation model of teaching: Getting beyond the aha!* Bearly Limited.
- Torrance, E. P., Glover, J. A., Ronning, R. R., & Reynolds, C. R. (Eds.) (1989). *Handbook of creativity: Perspectives on individual differences*. NY: Plenum Press.
- Turner, S. R. (2014). *The creative process: A computer model of storytelling and creativity*. Psychology Press.
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet Psychology*, 5:3, 6-18. <http://dx.doi.org/10.2753/RPO1061-040505036>
- Vygotsky, L. S. (1990). Imagination and creativity in childhood. *Soviet Psychology*, 28, 84–96. (Original work published 1930). <https://doi.org/10.2753/RPO1061-0405280184>

- Wei D, Yang J, Li W, Wang K, Zhang Q, Qiu J (2014): Increased resting functional connectivity of the medial prefrontal cortex in creativity by means of cognitive stimulation. *Cortex* 51:92–102. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.09.004>
- Zachopoulou, E., Trevlas, E., Konstadinidou, E., & Archimedes Project Research Group. (2006). The design and implementation of a physical education program to promote children's creativity in the early years. *International Journal of Early Years Education*, 14(3), 279-294. <https://doi.org/10.1080/09669760600880043>

CAPÍTULO 14.

LA EDUCACIÓN Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE: REFLEXIONES DESDE EL PENSAMIENTO CRÍTICO

Edwin Cortés González

<https://orcid.org/0000-0002-9173-5306>

edcortes300@gmail.com

Universidad del Tolima. Tolima, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Cortés-González E. y Ocampo ÁA. La educación y los procesos de aprendizaje: reflexiones desde el pensamiento crítico. En: Ocampo ÁA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 367-383.

LA EDUCACIÓN Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE: REFLEXIONES DESDE EL PENSAMIENTO CRÍTICO

Edwin Cortés G. - Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

En este capítulo se desarrolla una reflexión sobre la relación entre la pedagogía y la psicología educativa en el escenario de las tensiones socioeconómicas, para luego pasar a comentar el rol de la motivación y la creatividad en el acto educativo. Posteriormente se discute a cerca del lugar de la psicología y la pedagogía en la optimización de estados psicológicos en niños y jóvenes dentro de las relaciones de enseñanza/aprendizaje. Por último, si quien realiza la lectura de este capítulo se desempeña como docente, se le invita para que lleve a cabo una autoevaluación entorno a su quehacer pedagógico.

LA PEDAGOGÍA Y LA PSICOLOGÍA EDUCATIVA FRENTE A LAS TENSIONES SOCIOECONÓMICAS

La psicología y la pedagogía tienen un espacio común frente a diversos fenómenos relacionados con el ser humano. Esto se debe a que, desde sus posturas diferenciadas pretenden aportar a la construcción de conocimientos, los cuales permiten comprender aspectos como el aprendizaje, el desarrollo humano, las prácticas pedagógicas y la construcción del mundo social. Evidentemente, existe un vínculo intrínseco entre la praxis pedagógica y el currículo oculto; este último hace referencia a la idea de acuerdo con la cual “Lo que el alumno aprende en la escuela no es sólo lo que aparece en los documentos curriculares sino algo más complejo, como es el conjunto de reglas y normas que rigen la vida escolar, sentimientos, maneras de expresarlos, valores, formas de comportamiento y adaptación a distintos ámbitos” (Jackson, 2010). Lo anterior, se sustenta en las afirmaciones planteadas por Michel Foucault, durante la entrevista realizada por Alain Badiou (Foucault,

1965); en la cual el autor señala no solo que la psicología está relacionada con el estudio de las estructuras sociopolíticas que impactan al sujeto y con los procesos terapéuticos como prácticas para favorecer el bienestar del individuo; sino que también hace referencia a la relación estrecha entre la pedagogía y la psicología como dos caras de una misma moneda.

Durante la entrevista, Badiou abre el debate sobre si “¿La psicología sería, en última instancia, la ciencia de las estructuras o el conocimiento del texto individual?”. A lo cual, Foucault (1965) responde que:

La psicología es el conocimiento de las estructuras, y la eventual terapéutica, que no puede no estar ligada a la psicología, es el conocimiento del texto individual. Es decir, que yo no creo que la psicología pueda disociarse jamás de un cierto programa normativo. La psicología, es tal vez como la filosofía, una medicina y una terapéutica, es ciertamente una medicina y una terapéutica, y no es porque bajo sus formas más positivas, la psicología se encuentre disociada en dos subciencias, que serían la psicología y la pedagogía, por ejemplo, o la psicopatología y la psiquiatría, que esta disociación en dos momentos tan aislados sea otra cosa distinta al signo que es necesario reunir. Toda psicología es una pedagogía, todo desciframiento es una terapéutica, no se puede saber sin transformar (p. 65).

Dicho de otro modo, en la actualidad, buena parte de la psicología se ha interesado por comprender el lugar de los denominados procesos psicológicos (percepción, atención, memoria, comprensión, lenguaje, procesamiento emocional, entre otros) en las dinámicas de formación del educando. Es por eso que, hasta cierto punto, el interés de este libro consiste en ahondar en las estrategias asociadas a la creatividad, como proceso psicológico.

Para ello, es necesario considerar algunos elementos vinculados a la dimensión pedagógica que establecen vínculos con la dimensión creativa. En este orden de ideas, consideremos como problema pedagógico que la creatividad puede abordarse desde su relación con determinados problemas sociales, políticos y económicos. Sin embargo, vale la pena hacer una pequeña digresión para referirse al lugar que los niños, como individuos inmersos en sistemas sociales, pueden jugar en la comprensión del acto creativo como una necesidad humana. Cabe resaltar que en muchas oportunidades la escuela desde el maestro, como portavoz de sus necesidades, plantea como problemática las debilidades o dificultades que presentan los niños a nivel de sus procesos atencionales; lo cual lleva fácilmente a pensar en

que muchas de las intervenciones desde la psicología y la pedagogía deben ir encaminadas a fortalecer estos procesos. Pero, al parecer, no siempre los procesos atencionales pueden asumirse como el núcleo de trabajo real. Analicemos la siguiente situación que se presenta entre un *Abuelo* y su *Nieto*:

Un *hombre* y su *nieto* de seis años de edad, se dirigían rumbo al colegio del niño. Mientras el *nieto* caminaba con su maletín, seguramente cargado de útiles escolares, el niño le preguntó afanosamente a su abuelo:

- ¿Cómo hago para hablar con Dios?
- Cuando tú oras, allí puedes hablar con Dios. Respondió el hombre:
- ¿De verdad abuelo? Replicó el niño.
- Claro, puedes hablar con él cuando tú quieras. Afirmó el hombre, mirando fijamente a los ojos del nieto. ¿Pero por qué tienes tanta urgencia de hablar con Dios? Agregó el hombre.
- A lo que el niño respondió:
- Yo necesito hablar con Dios. Es que quiero preguntarle ¿Quién fue el que inventó las tareas?

Esta anécdota, como situación cotidiana, nos lleva a pensar y a redirigir parte del propósito del trabajo contenido en este libro. Efectivamente, desde la dimensión de las demandas por parte del mundo de los adultos (padres, maestros y sistema educativo), resulta muy común que le soliciten al psicólogo llevar a cabo evaluaciones e intervenciones a nivel de la capacidad de regulación del proceso atencional en los niños. No obstante, paradójicamente no se suele revisar con la suficiente minucias la pertinencia y adecuación de las prácticas pedagógicas respecto a la población objetivo y en relación con las particularidades que también presentan los niños como sujetos. Con frecuencia, en estos casos los niños se consideran como individuos “portadores” de un problema (como por ejemplo el “diagnóstico” de TDAH- Trastorno de Déficit atencional con hiperactividad) debido a cualquier acción de desinterés o desmotivación que presenten en su carrera formativa. Todo lo anterior ocurre sin que se tenga en cuenta al infante como protagonista de una subjetividad que lo configura como un ser “exótico” gracias a sus particularidades.

En este punto, resulta interesante traer a colación la obra de un caricaturista, pedagogo y pensador italiano llamado Francesco Tonucci, quien se hace llamar en sus producciones Frato. A través de su obra este autor levanta y estimula la generación de una serie de reflexiones y críticas acerca del sistema

social y educativo actual. Sin el ánimo de retomar las palabras de este artista, nos limitaremos a emplear algunas de sus caricaturas como pretexto para plantear determinadas ideas críticas al respecto, para facilitar el acto de repensar la pedagogía como fenómeno sociopolítico en la actualidad.

Caricatura 1 (Tonucci, 2002): En esta caricatura (ver figura 54) el autor, presenta dos niños conversando, acerca de lo que es el aprendizaje y lo que debería ser, en términos de las motivaciones asociadas al mismo. Sea esta imagen una oportunidad para concebir una crítica a la manera como el modelo educativo, desde su sustento psicológico y pedagógico, asume los intereses y las emociones de los sujetos.



Figura 54. Tomado de Francesco Tonucci (<https://bit.ly/3cNAc6J>).

Caricatura 2 (figura 55): En ésta se ve cómo unas manos que están manipulando unas cuerdas, a su vez, manejan como si fueran marionetas a un profesor y a un grupo de niños al interior de un aula de clases. Permitamos también que esta otra imagen nos remita a la evidencia de la existencia de “fuerzas” diferentes a la volición del maestro y a las voluntades de los estudiantes que influyen, a manera de escala de mando o cascada de poder, en aquello que tiene lugar al interior del aula a nivel de la práctica pedagógica.

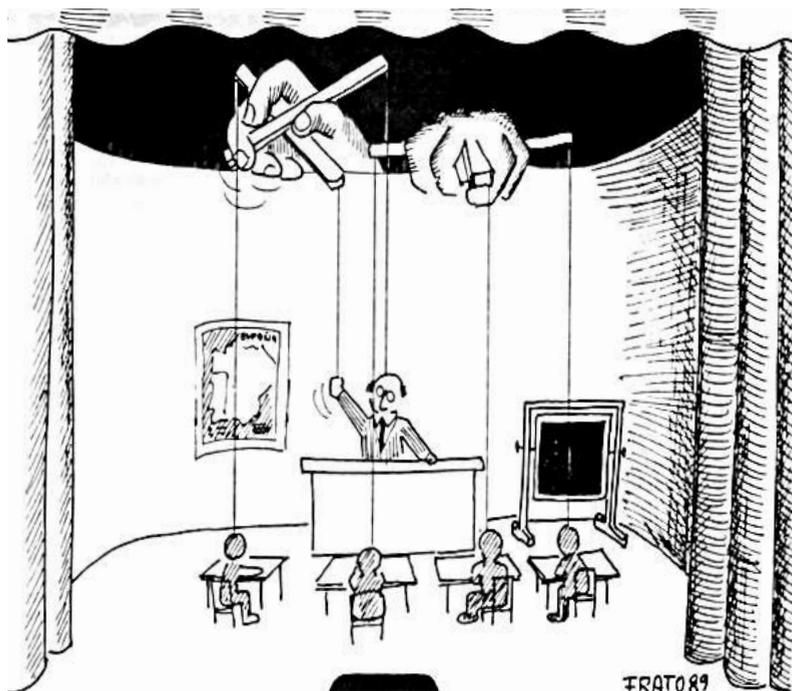


Figura 55: Tomada de Francesco Tonucci (<https://bit.ly/3cNAc6J>).

Por otra parte, es importante señalar que en la vida cotidiana, los procesos ligados a la rutina de las prácticas del sujeto, tienen lugar al calor de los modelos socioeconómicos que han permeado el proceso educativo. Además, actualmente aquello que algunos autores refieren como capitalismo cognitivo (Fumagalli, 2007; Cano Santana, 2010), ha influenciado y determinado significativamente el quehacer y las dinámicas institucionales. Este fenómeno no es otra cosa que la resonancia del ejercicio de formas de poder, tanto administrativas como micropolíticas, sobre las relaciones de enseñanza/aprendizaje y la producción de los saberes.

Particularmente, la estructura del capitalismo⁴⁸ como fenómeno socio-económico ha llegado a extrapolarse a la escuela (como empresa educativa): 1) en términos laborales para los maestros y 2) en las dinámicas de reproducción de modelos educativos (por ejemplo, aquellos grupos grandes

48 El capitalismo tiene que ver con una filosofía de producción basada en la *mano de obra barata* que permite contar con muchos individuos trabajando con el fin de aportar al crecimiento de determinadas empresas (cuyos dueños hacen parte de minorías sociales) en términos del incremento de su “poder financiero” y su estabilidad en el tiempo.

de 30 a 40 estudiantes) y 3) en la reproducción de la automatización del conocimiento. Así, el *capitalismo cognitivo* en buena medida tendría que ver con el fenómeno de la productividad y el consumismo que han llegado a permear el ámbito pedagógico y la construcción del conocimiento. Estas concepciones, no estarían lejos del proceso de explotación del recurso humano asociado a la definición tradicional de fábrica.

Desde esta lógica, el proceso educativo se asemeja a las etapas que tienen lugar en la fábrica desde una visión tradicional, ya que (i) entra materia prima que viene de ciertos proveedores/familia; (ii) es procesada mediante una serie de tratamientos/prácticas pedagógicas (empleando instrumentos y herramientas/recursos didácticos); (iii) se eliminan materiales de mala calidad/niños que no se acoplan al sistema; y (iv) se genera un producto que corresponde a un perfil uniforme y determinado de antemano. Así, se aborda el fenómeno educativo, como si los niños que ingresan a un colegio y experimentan durante años todas las vivencias educativas (a manera de procedimientos), llegan a desarrollar el perfil con el que la institución se compromete a egresar al educando como producto final que responde a las dinámicas sociales establecidas.

Desde esta lógica, al parecer las escuelas “olvidan” que los niños ingresan al colegio con apariencias físicas diferentes y con una particularidad psicológica diferencial; pero en su afán por demostrar su modelo y sus metas pedagógicas, la empresa educativa tradicional los somete a procedimientos estándares de transformación o, si se quiere, de amoldamiento. Esto se lleva a cabo a través de la utilización de los mismos materiales didácticos, las mismas estrategias mecanicistas o mejor aún conductistas, que se repiten por años sin una revisión o contextualización; pues su fin es lograr el perfil del estudiante que la institución ofreció al padre de familia. La escuela tradicional, muy pocas veces se detiene en el problema de la pluralidad, la diversidad y la subjetividad de la persona que egresa como un ser integral. Para algunas instituciones, este perfil de estudiante propende para que el egresado pueda aspirar a la realización de una carrera universitaria, que tenga bienestar, que se apropie de unos elementos culturales y que su dignidad se encuentre sustentada en ciertos valores predeterminados, también dentro del perfil diseñado por un equipo de profesionales.

Esta lógica de “pensamiento estratégico”, eventualmente le permitiría a algunas “empresas pedagógicas” posicionarse más exitosamente en el ranking de las mejores instituciones educativas, bajo la fórmula:

Mejor índice sintético de calidad = reconocimiento y libertad regulada de costos educativos (para las instituciones privadas), y reconocimiento y beneficios (para las instituciones públicas).

Comprendiendo esta dinámica de correlaciones, podemos entender entonces el por qué los estudiantes que no se ajustan al modelo educativo de una institución, pasan a asumir el rol de individuos “exiliados”.



Caricatura 4: Esta última caricatura, representa una situación en un espacio escolar en el que el maestro recomienda (a través de una nota) a los padres de un niño que es diferente (que “luce” un peinado distinto al del grupo/clase) buscar un aula especial. A veces la diferencia no es entendida o se elude porque implica des-acomodar las formas convencionales de proceder del maestro y re-pensarse frente a los múltiples desafíos que depara un estudiante cuando se sale de los parámetros esperados.

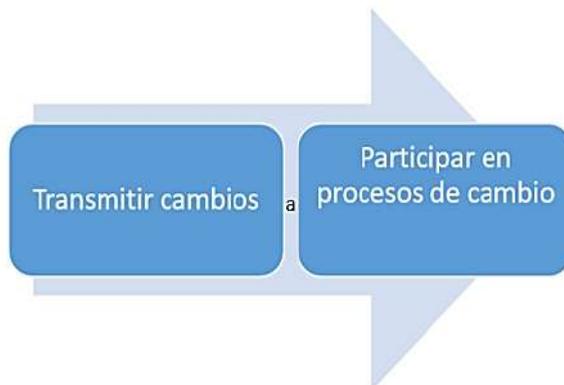
Fuente:: Tomado de Francesco Tonucci (<https://bit.ly/3cNAc6J>).

Por otro lado tampoco es un misterio que, en algunos casos, el paso por las instituciones formalizadoras tiene un impacto negativo sobre la curiosidad del ser humano en formación. Volvamos a la anécdota del niño que le contó a su abuelo que necesitaba hablar con Dios. La razón de fondo es que ese niño quería saber por qué la escuela tradicional lo “atosiga” de trabajo. Es un hecho que una mente ocupada solo en rutinas y procedimientos, pierde los espacios para crear, inventar, innovar o resolver; puesto que solo se dedica a aplicar o a ejecutar algoritmos pre-establecidos. Así las cosas, frente a esta realidad, vale la pena preguntarnos: ¿Qué tanto aportan la psicología y la pedagogía al afrontamiento de estas realidades sociales? Pues bien, para ello partiremos del principio de la motivación y la creatividad como pilares del proceso de enseñanza y aprendizaje.

EL ROL DE LA MOTIVACIÓN Y LA CREATIVIDAD EN AL ACTO EDUCATIVO

De acuerdo con Shernoff & Csikszentmihalyi (2009), frecuentemente los educadores observan que antes de ingresar al colegio, los niños presentan una curiosidad sin límites y una amplia sed por el conocimiento. No obstante, varios años después estos mismos niños pueden encontrarse en un colegio, errantes y con la atención extraviada. Para estos autores, no es un secreto que el aburrimiento es una de las variables relacionada con los niveles bajos de funcionamiento atencional, así como con la falta de creatividad y el compromiso por parte de los educandos. Ciertamente, si los niños desde el principio de la vida son aprendices curiosos y buscadores de lo nuevo, la pregunta que les surge a estos investigadores es la siguiente: ¿Por qué es que en ocasiones no disfrutan “el gran placer de venir juntos a aprender”?

Según Khalili (2011), en el medio educativo, es fundamental enfatizar sobre los procesos de pensamiento creativo, las diferencias individuales y el rol del maestro como un verdadero guía. Desde esta perspectiva, habría diversidad, democracia, conciencia y libertad en el proceso educativo; ya que aprender no sería un programa estable y requeriría necesariamente de la oportunidad para discutir y compartir ideas de manera binaria entre 1) los mismos educandos, 2) estudiante-maestro y 3) maestros-maestros. En este sentido, considera que, en lugar de transferir hechos formales durante el proceso educativo, podría asumirse la invención, la innovación y el cambio como elementos coyunturales del acto educativo. Efectivamente, el rol del maestro se desplazaría de:



Este desplazamiento, eventualmente convertiría la clase en un lugar para la invención más que para la re-producción. Así, el profesor orientaría el aprendizaje generando condiciones para que el estudiante se constituya como un sujeto activo.

En ocasiones ocurre que en el espacio educativo ciertos niños (que no presentan alteraciones en los procesos atencionales que puedan tipificarse dentro de un trastorno) responden a las propuestas de los maestros, con lo que Piaget (1981) denominó *no importaquismo*. Este fenómeno, puede derivarse de las características de la intervención del adulto al interior de las prácticas pedagógicas, sus formas de cuestionar y la manera de abordar al sujeto, las cuales llegarían a generar estados de desinterés o molestia en el niño. De este modo, ante una pregunta, consigna o situación problemática, el niño (sin hacer un proceso reflexivo) puede responder inventando una historia en la que no cree (o una confabulación), que fácilmente los docentes podrían interpretar como (i) dificultades para comprender, (ii) una conducta de inatención o como (iii) incapacidad para seguir instrucciones.

Según Larson & Richards (1991) históricamente algunos colegios han luchado por proveer a los estudiantes experiencias significativas y por fomentar la motivación intrínseca. No obstante, en muchas instituciones los educandos se sitúan como participantes pasivos dentro de una masa, configurándose dentro de un sistema educativo que le apunta al anonimato y que, en ocasiones, puede generar frustración (condición que está relacionada con estados de aburrimiento y de ausencia de la creatividad).

No solo los estados atencionales están en función de la propuesta pedagógica y motivacional, sino que también en algunos casos pueden explorarse ciertas dificultades en el rendimiento cognitivo y académico, desde variables contextuales y ambientales. Al respecto, Bernal, Valderrama y Ocampo (2017 aún sin publicar) caracterizaron las habilidades ejecutivas en cinco escolares con edades entre ocho y diez años que presentaban bajo desempeño académico asociado a dificultades en el proceso lector. Así, se asumió un *diseño de estudio de caso* que consideró los desempeños específicos de cada niño, a nivel tanto de sus habilidades cognitivas como de su potencial creativo. Para ello, se hizo uso de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI 2) y el Test de Pensamiento Creativo de Torrance (verbal y figurativo). Del mismo modo, se emplearon dos tareas cognitivas de Expresión Narrativa y Generación de Historias; así como una serie de actividades de lectura en voz alta basadas en temas de interés para los niños. Entre los resultados, se logró evidenciar que los participantes contaban con habilidades cognitivas y creativas adecuadas para la consolidación de las capacidades lectoras, por lo que el contexto escolar y familiar se perfiló, en estos casos particulares, como un componente desde el que se hace necesario explicar el origen de las dificultades descritas previamente.

Siguiendo el ejemplo anterior, es importante comprender los procesos motivacionales y el favorecimiento del disfrute frente al aprendizaje, dichos procesos han sido estudiados desde diversas perspectivas como por ejemplo, aproximaciones que se han centrado en la auto-eficacia (Bandura, 1997), la auto-determinación (Ryan & Deci, 2000) y la orientación hacia las metas (Ames, 1992). Al respecto, Shernoff & Csikszentmihalyi (2009) sugieren que la teoría del flujo puede contribuir a explicar el nivel de compromiso de los estudiantes, así como su nivel de disfrute frente al aprendizaje. Para ello se enfocan en factores relativos a los ambientes de aprendizaje y en factores personales vinculados al sujeto que aprende. Así, por ejemplo, entrevistando a individuos de diversos contextos educativos acerca de sus *experiencias cumbres*, Csikszentmihalyi (2014), identificó las características fenomenológicas de los momentos de la vida más significativos y satisfactorios de estos sujetos. En este estudio, el momento de óptima experiencia en diversas actividades, frecuentemente fue descrito en términos similares: concentración intensa y absorción en una actividad, que no desvía energía psíquica sobre estímulos distractores, generando una fusión de la conciencia con la acción, una tendencia a la creatividad, un sentimiento de control, pérdida de la conciencia de sí mismo y la contracción del sentido normal del

tiempo. De acuerdo con los reportes de estos sujetos: el tiempo parece que “vuela” (fluye) mientras realizan dichas actividades.

Entonces, podemos preguntarnos ¿Cuál es el lugar de la psicología y la pedagogía en el favorecimiento de estos estados psicológicos en los niños y jóvenes que aprenden? Pues bien, la respuesta radica, para este apartado, en tres ideas que retomaremos desde el planteamiento de Freire, aclarando que no se pretende con ello reducir toda su teoría en estos aspectos. La primera idea que resaltaremos es el fundamento de la visión de la pedagogía de Paulo Freire que toma como centro *la integración de los individuos al mundo*; dicha preocupación latente, la aprendió a desarrollar a partir de su experiencia de vida. Para el autor una de las principales características de su metodología consiste en “rehacer la pregunta con lo que el educando aprende, haciendo, a preguntar mejor” (Freire & Faundesz, 2002). Es decir, toda pregunta por más simple que parezca es igual de importante en los procesos de interacción propios de la dinámica enseñanza y aprendizaje, debido a que allí inicia la curiosidad. Esta curiosidad está ligada, de alguna manera, al comportamiento o el sentido del mundo que un estudiante puede tener en ese momento, es decir, su estado psicológico. Por tanto, esto se debe articular con el ¿cómo?, la manera o la forma pedagógica en que el maestro debe generar las estrategias didácticas, la cual puede ser desde la pregunta (la mayéutica) para llegar al descubrimiento basado en el aprendizaje por problemas. Ahora bien, no quiere decir que esta sea la única forma, pero sí puede ser un punto de partida; pues la idea de *integración de los individuos al mundo*, implica que es con los educandos con quienes se debe descubrir el ritmo y los estilos de aprendizajes (Alonso, 2012) para lograr un proceso educativo basado en la formación integral.

La segunda idea que retomaremos es que, Freire “rechaza la domesticación de los hombres, su tarea corresponde al concepto de comunicación, no de extensión” (Freire P. , 2002). Por tanto, la comunicación como proceso de interacción posibilita que tanto el maestro como el educando puedan conocerse desde el universo del habla para entender el contexto socio cultural, los saberes previos y, desde el maestro, encontrar los vínculos para que el estudiante pueda descubrirse en las nuevas experiencias tanto del conocimiento como de la vida misma, desde una posición de comprensión y orientada por posturas críticas. Pues para Freire “siempre permaneció viva la misma idea: la idea de que hay un *universo de habla* de la cultura de la gente del lugar, que ha de ser investigado, levantado, descubierto.” (Rodríguez, p. 11-12). Es decir, que como maestros debemos estar atentos a reconocer al

otro, saber quién es y de dónde vienen nuestros estudiantes; pues este es el primer principio para poder lograr el vínculo pedagógico con el educando.

Finalmente, la tercera idea que se pretende señalar tiene que ver con la metodología de la ficha de cultura que para Freire “introducen ideas de base que, partiendo de situaciones existenciales, posibilitan la aprehensión colectiva del concepto ‘cultura’ y conducen a otros conceptos fundamentales que muchas veces reaparecerán y serán rediscutidos durante todo el trabajo de alfabetización: ‘trabajo’, ‘diálogo’, ‘mundo’, ‘naturaleza’, ‘hombre’, ‘sociedad” (1991, p. 43). Aquí apreciamos claramente cómo se pueden encontrar los componentes psicológicos del estudiante frente a los componentes del conocimiento, desde una perspectiva del reconocimiento del contexto como un proceso natural de descubrimiento que permite (i) hacer una lectura de la realidad, (ii) reconocer a otros y así mismos en dichos entornos, en tanto somos parte de algo y para ser alguien en la sociedad. Así mismo puede conocer referentes que le permitan saber qué es lo que quiere para sí en el mundo. Además, en este ejercicio de preguntas-respuestas, de diálogo e interacción, se encuentra un proceso dentro del currículo oculto que a veces olvidamos: el error. Asumido como una oportunidad de volver a intentarlo, de rectificar y volver a aprender para poder superar el miedo a la frustración; dando cabida también a la creatividad como fuerza potencial y materializadora. Pues qué más es la vida sino aprender a descubrir, intentar una y otra vez, ensayar, errar y acertar desde la experiencia.

CONCLUSIONES

Así las cosas, la psicología y la pedagogía tienen tanto en común, pues ambas se interesan por un sujeto que las convoca: el educando, un ser que está en proceso de integración al mundo que desea conocer, aprender a leer y un lugar donde tendrá que interactuar para construir su propia experiencia de la vida; pero esto sólo será posible cuando se logre estimular y desarrollar su ritmo, creatividad y su forma particular de aprendizaje.

Por tanto, la misión de la escuela no debe ser brindar cientos de contenidos o información como “alimento” para la mente del estudiante. Sino que debe propender por generar metodologías dinámicas que permitan que el sujeto en formación se descubra a sí mismo en el desarrollo de las habilidades para la vida, pero no desde una perspectiva de la automatización, sino respetando su proceso de descubrimiento natural.

Entonces, la pregunta ineludible para el Sistema Educativo de estos tiempos es: ¿Estamos preparados para ello? No obstante, para llegar a una respuesta positiva, queremos invitar al lector (si se desempeña en la práctica docente) a pensarse a la luz de los siguientes interrogantes, sobre el horizonte que abre la re-flexión acerca de nuestro quehacer pedagógico.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) ¿Sé quiénes son mis estudiantes? Es decir; ¿conozco su historia?, ¿de dónde vienen? ¿por qué están allí (en mi ambiente de aprendizaje)?
- 2) ¿Creo que educo la emoción? Es decir, ¿contribuyo en desarrollar en mis educandos la confianza, la paciencia, la solidaridad, la persistencia, el manejo de estímulos estresantes y la inteligencia emocional?
- 3) ¿Sé cómo funciona la mente de mis estudiantes? Es decir, ¿favorezco en mis estudiantes el desarrollo de la capacidad para producir y monitorear los pensamientos, regular las emociones, liderarse a sí mismo, afrontar la frustración y las habilidades para la gestión del conflicto?
- 4) ¿En mi quehacer cotidiano, dialogo con mis estudiantes? Es decir, ¿propicio interacciones para fomentar en ellos el desarrollo de un ambiente de camaradería, el goce frente a la vida, la convicción en la escogencia de las acciones y la inteligencia interpersonal?
- 5) ¿Qué tipo de maestro quiero ser: uno brillante o uno *fascinante*? ¿Por qué?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, C. M. (2012). *Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensaje.
- Bernal, K., Valderrama, Y. y Ocampo, A. A. aún sin publicar (2017). *Neuropsicología Educativa y Clínica del Proceso Lector: Cinco Estudios de Caso*.
- Cano Santana, A. (2010). La liberación de subjetividades y de relaciones entre sujetos a través de mecanismos tecnológicos, culturales y organizativos. In *Crisis analógica, futuro digital: actas del IV Congreso Online del Observatorio para la Cibersociedad*, celebrado del 12 al 29 de noviembre de 2009 (p. 202).

- Csikszentmihalyi, M. (2014). *Toward a psychology of optimal experience* (pp. 209-226). Netherlands: Springer.
- Foucault, M. (27 de febrero de 1965). Filosofía y Psicología. Documentos pedagógicos de la radio-televión escolar. 65-71 (A. Badiou, Entrevistador).
- Freire, P. (2002). ¿Extensión o Comunicación? La concientización en el medio rural. Sao Paulo: Paz y Tierra.
- Freire, P., & Faundes, F. (2002). Por una pedagogía de la pregunta. Sao Paulo: Paz e Terra.
- Fumagalli, A. (2007). *Bioeconomía e capitalismo cognitivo. Hacia un nuevo paradigma de acumulación*. Madrid: Traficantes de sueños
- Jackson, P. W. (09 de 07 de 2010). *Phillip W. Jackson y el curriculum oculto*. Obtenido de <http://teoricosdelcurriculum.blogspot.com/2010/07/phillip-w-jackson.html>
- Larson, R. W., & Richards, M. H. (1991). Boredom in the middle school years: Blaming schools versus blaming students. *American journal of education*, 99(4), 418-443.
- Piaget, J. (1981). La representación del mundo en el niño. Los problemas y los métodos. Madrid: Ed. Morata.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- Rodriguez, B. C. (1991). *O que é o método Paulo Freire*. Sao Paulo: Brasiliense.
- Shernoff, D. J., & Csikszentmihalyi, M. (2009). Cultivating engaged learners and optimal learning environments. *Handbook of positive psychology in schools*, 131-145.
- Tonucci, F. (19 de noviembre de 2002). APFRAT0. Obtenido de <https://web.apfrato.com/francesco-tonucci/bibliograf%C3%ADa-su-obra>

CAPÍTULO 15.

COGNICIÓN SOCIAL, EMOCIONES, CULTURA Y CREATIVIDAD

Amanda Astudillo Delgado

<https://orcid.org/0000-0002-8443-4388>

amanda1studillo@hotmail.com

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Carlos Andrés Velásquez Soleibe

<https://orcid.org/0000-0001-7056-044X>

andressoleibe@gmail.com

Academia de Artes Escénicas Santa Fé de Bogotá
Bogotá, Colombia

Andrés Gildardo Vanegas Yela

<https://orcid.org/0000-0002-4722-6328>

andres.vanegas@correounivalle.edu.co

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Bogotá, Colombia

Álvaro Alexander Ocampo

<https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Universidad del Valle. Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Astudillo-Delgado A., Velásquez-Soleibe CA., Vanegas-Yela AG. y Ocampo AA. Cognición social, emociones, cultura y creatividad. En: Ocampo AA. (ed. científico). Neurociencia, mente e innovación. Una aproximación desde el desarrollo, el aprendizaje y la cognición creativa. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 385-408.

COGNICIÓN SOCIAL, EMOCIONES, CULTURA Y CREATIVIDAD

Amanda Astudillo D. - Carlos A. Velásquez S. - Andrés G. Vanegas -
Álvaro A. Ocampo

RESUMEN

Este capítulo revisa la dimensión emocional y las variables socio-genéticas que eventualmente influyen en el procesamiento creativo. De este modo, se explora la manera como el componente emocional/afectivo impregna los procesos psicológicos del individuo, impactando su visión frente al mundo y permitiéndole encontrar soluciones diferentes ante situaciones y problemas relativos a un momento y época particulares. Así, se revisa la idea de acuerdo con la cual la creatividad no es un proceso aislado o segmentado, sino que, se asume como una interacción entre aspectos individuales y culturales.

INTRODUCCIÓN

“[...] Por lo tanto, la creatividad no solo ocurre dentro de la cabeza de la gente; sino entre la interacción de los pensamientos de una persona y el contexto sociocultural. Es así que la creatividad debe entenderse como un fenómeno sistémico y no como uno individual [...]”Csikszentmihalyi, 1997⁴⁹.

La creatividad, entendida como la capacidad para generar ideas, productos originales, resolver problemas y pensar la realidad de un modo poco convencional (Runco, 2004; Acar & Runco, 2019), ha despertado siempre interés entre filósofos, psicólogos, artistas y estudiosos de otras disciplinas que desde su territorio han intentado comprenderla. Efectivamente, resulta bastante inquietante aproximarse al conocimiento de los procesos, los mecanismos y las características que definen a un sujeto creativo; sin embargo, la mayoría de investigaciones toman como eje las características

49 Fragmento tomado del libro: *Creativity, Flow and the Psychology of Discovery and Invention*.

individuales y solipsistas, dejando de lado todo el bagaje histórico-cultural, en tanto entramado simbólico que influencia el pensamiento del sujeto, que en reiteradas oportunidades llega a influenciar productos e ideas creativas y extraordinarias.

El presente capítulo hace referencia a la manera como las emociones y los diversos procesos sociogenéticos influyen en la constitución del sujeto creativo, permeando su forma de ver el mundo y permitiéndole encontrar soluciones alternativas ante situaciones y problemas propios de una época específica. De esta manera, se intentará desarrollar la idea que sostiene que la creatividad, más allá de ser un proceso aislado, se perfila como un diálogo constante entre un sujeto cognoscente y la dimensión cultural.

EMOCIÓN Y CREATIVIDAD

En los últimos años se han estudiado diversas variables que pueden influir, ya sea de manera positiva o negativa, en el desarrollo y despliegue del pensamiento creativo. Entre estas variables, se les atribuye una particular importancia a las emociones, debido a que la creatividad se caracteriza por ser un fenómeno complejo que involucra diversos mecanismos asociados con el procesamiento cognitivo, motivacional y con el componente emocional (Aranguren, 2013). Desde la neurobiología de la creatividad se han descrito sistemas de neuromodulación que se activan de manera integrada en el procesamiento creativo entrelazando mecanismos neurales implicados tanto en la motivación/afectividad como en el despliegue de la creatividad, tales como el sistema dopaminérgico (DA), serotoninérgico (5-HT) y noradrenérgico (NA) (Khalil, Godde & Karim, 2019).

Actualmente se acepta que la mayoría de las emociones, tanto las agradables como las desagradables, están profundamente enraizadas en una serie de estructuras biológicas. La mayoría de las respuestas que conforman las reacciones emocionales, han existido desde hace miles de años y probablemente surgieron como parte de un proceso de adaptación para la supervivencia de la especie humana. Concretamente, es posible plantear que los propósitos útiles cumplidos por las respuestas emocionales guiaron de forma significativa la evolución del cerebro humano (Ostrosky & Vélez, 2000).

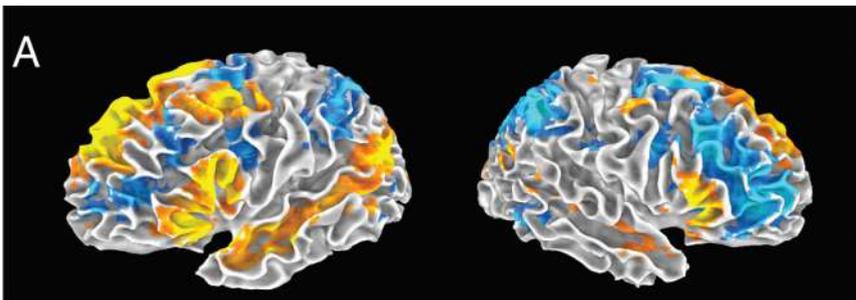
Como es bien sabido, el miedo, la felicidad, el enojo, la tristeza, la cólera, el orgullo, entre otras variantes emocionales, juegan un papel fundamental en la interiorización de diversos mecanismos culturales y en el despliegue de múltiples habilidades cognitivas como el pensamiento creativo, el aprendizaje y el desarrollo de la cognición social. ¿Qué es una emoción y cuál es su papel en el aprendizaje y la toma de decisiones? Sin embargo, antes de pretender abordar la relación entre emoción y procesos psicológicos, sería conveniente detenernos un poco en este punto y explicar qué se entiende por este concepto.

Aunque ha habido un gran debate sobre la definición de las emociones, Antonio Damasio ha elaborado una conceptualización detallada de estas al establecer la relación entre emoción y sentimiento. Según este autor, las emociones pueden ser definidas como la yuxtaposición de la valoración mental de un sujeto que está expuesto a una situación específica y las diversas respuestas fisiológicas que emanan de esas representaciones disposicionales (Damasio, 1995). En otras palabras, las emociones son definidas como toda esta cascada de movimientos y respuestas fisiológicas que el cuerpo emite frente a un estímulo; y el sentimiento vendría a ser la supervisión y la sensación, en cierta medida consciente, de ese estado emocional que, en conjunto con la emoción, permiten vivir una experiencia concreta de una situación específica. En su explicación de las emociones, Damasio afirma también que uno de los principales beneficios de la supervisión de estos estados emocionales tiene que ver con que permiten extrapolar esas sensaciones de miedo, tristeza, o alegría que puede generar un estímulo “X” a diversas situaciones similares, facilitándole al sujeto la generación de respuestas flexibles basadas en la historia particular de sus interacciones con el medio ambiente, la cultura o la sociedad.

Así, es importante resaltar que, aunque las emociones pueden ser entendidas como reacciones fisiológicas, las respuestas que se ponen en juego van directamente relacionadas con el bagaje histórico del sujeto y su cultura, ya que las emociones también implican modos de afiliación a una comunidad social; en otras palabras, son maneras de reconocerse y de poder comunicarse colectivamente contra el trasfondo de una vivencia similar. Por esta razón, cada cultura enseña a sus integrantes cómo expresar sus emociones de manera socialmente aceptable (Otrotsky, 2013). En este sentido, la cultura se perfila como un saber afectivo que circula de manera difusa en la sociedad y enseña a los actores –según su sensibilidad personal– las impresiones y actitudes que deben tener de acuerdo con las vicisitudes que atraviesan su

vida personal (Le Breton, 2009). Es así que, un mismo objeto o situación podría favorecer la emergencia de diversas emociones y sentimientos en las personas dependiendo de sus experiencias o de su cultura (Immordino, Yang & Damasio, 2016). Un claro ejemplo de las diferentes emociones que puede generar un objeto en las personas lo representan las canciones, las cuales, más allá de su condición de expresión artística, pueden evocar emociones de tristeza o felicidad dependiendo de lo que se haya experimentado en un instante particular. Puede que el individuo haya dedicado esa canción, que la letra está relacionada con la situación por la que está atravesando, o simplemente evoca recuerdos de felicidad. Tratándose de una u otra razón, las emociones más que funcionar bajo un paradigma estímulo respuesta, están mediadas por la experiencia y la cultura.

Por otro lado, es importante mencionar que los estudios de neuroimagen han evaluado distintos patrones de activación cerebral asociados con i) la generación de ideas creativas y con ii) la revisión de las misma; fases que serían esenciales en el proceso creativo. Liu et al. (2015) plantean que la corteza prefrontal medial (CPFM) se mantiene activa durante ambas fases, sin embargo, las respuestas en los sistemas ejecutivos dorsolateral del prefrontal (CPFD) y el surco intraparietal (SIP) fueron dependientes del tipo de fase, lo que indica que mientras la motivación permanece sin cambios, el control cognitivo se atenúa durante la generación y se vuelve a acoplar durante la revisión. Los poetas expertos mostraron una fuerte desactivación de la corteza prefrontal dorsolateral y el surco intraparietal durante la fase de generación, lo que sugiere que pueden suspender más eficazmente el control cognitivo. No obstante, es importante destacar que se observaron patrones generales similares tanto en grupos de sujetos expertos en hacer poesía como en sujetos novatos, lo que indica que el mismo patrón de recursos cognitivos está disponible para ambos.



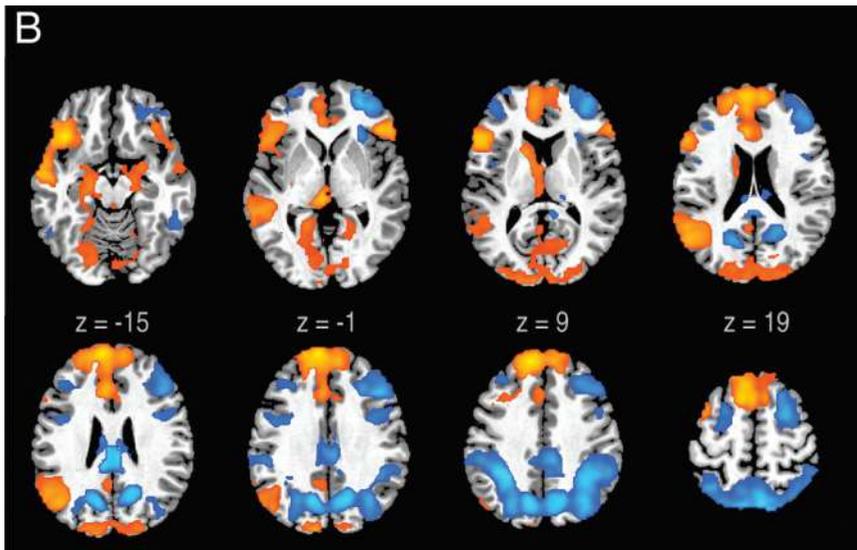


Figura 58. Representación tridimensional de la actividad cerebral asociada con la fase de generación de ideas al componer poemas. A) Superficie cerebral y B) perspectiva axial (FWE <0.05). Los valores t se representan en colores que varían de negativo (violeta) al positivo (amarillo) como se indica en la barra de color adjunta.

Fuente. Tomado de Liu et al. (2015).

La calidad de la poesía, fue evaluada por un panel independiente de expertos, y se asoció con patrones de conectividad divergentes en expertos y novatos, centrados en la CPFM (para la técnica) y en la CPFD y el SIP (para la innovación), lo que sugiere un mecanismo mediante el cual los expertos valoran la calidad de la poesía. Cada uno de estos tres territorios puede ser involucrado en el contexto de un solo modelo neurocognitivo caracterizado por interacciones dinámicas entre áreas mediales de la corteza prefrontal (que regulan la motivación), cortezas dorsolaterales del prefrontal (que contribuyen al control cognitivo) y corteza parietal (implicada en la asociación de regiones del bloque anterior con áreas del lenguaje, sensoriomotoras, límbicas y estructuras subcorticales distribuidas por todo el cerebro).

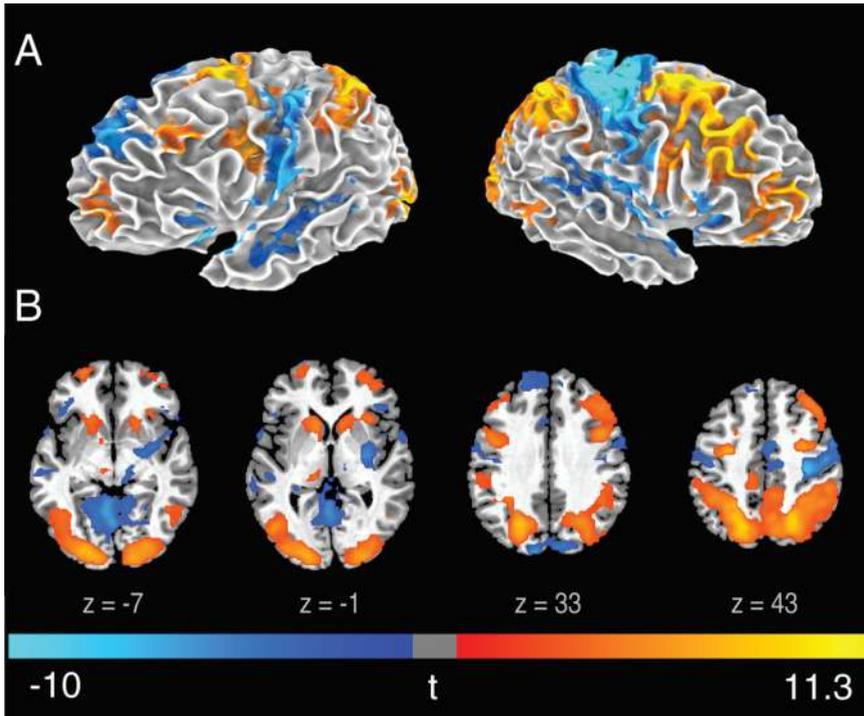


Figura 59. Representación tridimensional de la actividad cerebral asociada con la fase de revisión la composición poética. A) Superficie cerebral y B) perspectiva axial (FWE<0.05). Los valores t se representan en colores que van desde negativo (violeta) al positivo (amarillo) como se indica en la barra de color adjunta.

Fuente: Tomado de Liu et al. (2015).

Ahora bien, habiendo aclarado que tanto las emociones como los aspectos culturales influyen en la manera de expresar y de actuar que presenta un sujeto, y además que la creatividad es un fenómeno con un correlato neural complejo, resulta necesario abordar la relación entre el procesamiento emocional y la cognición creativa.

En este sentido, se ha observado que el componente emocional es básico en el proceso de pensamiento racional. Diversos estudios en pacientes con compromiso del lóbulo frontal han demostrado que estos sujetos no modulan sus emociones y por consiguiente suelen generar comportamientos

irracionales en la ejecución de tareas o actividades con demandas específicas. En efecto, se ha llegado a la conclusión que el aspecto emocional es clave para el aprendizaje y la toma de decisiones (Ostrosky, 2013; Damasio, 2007).

Un claro ejemplo de lo mencionado anteriormente, lo constituye la toma de decisiones con base en experiencias similares a la situación que se experimenta actualmente. Imagínese que se embarcará en un proyecto empresarial muy importante con unos socios extranjeros y que los beneficios para su compañía serían excelentes si acepta esta propuesta. Ahora, usted está a punto de firmar hasta que, le mencionan el nombre de una de las personas que también hará parte del proyecto. Esta persona, trabajó antes con usted y en ese entonces, debido a su desempeño como profesional tuvieron malas experiencias en la compañía. De pronto, usted ya no está tan motivado a firmar y empieza a experimentar una sensación no tan placentera, que se entremezcla con una mirada más crítica de ciertos aspectos que podrían jugar en contra, lo que lo hace pensar dos veces en tomar o no esa decisión, y se encamina hacia un análisis de la propuesta actual, pero refiriéndose significativamente a la experiencia pasada para poder aceptar involucrarse en el proyecto. Esta sensación, en palabras de Damasio, se conoce como *marcador somático* negativo, es decir, sentimientos que están conectados mediante el aprendizaje, a futuros resultados previsibles en ciertos escenarios (Damasio, 2005). Es así como, luego de experimentar la sensación, probablemente se pone en juego todo un mecanismo de planeación y control atencional propio del *sistema cognitivo número dos* propuesto por Kahneman (2012), el cual es el encargado de realizar un análisis detallado de las posibles respuestas al tomar una decisión⁵⁰.

Particularmente, las investigaciones realizadas en el campo de las emociones y la creatividad suelen establecerse desde dos puntos de vista similares. El primero, hace referencia a la posición general que afirma que el humor positivo facilita la resolución creativa de tareas, mientras que el segundo punto de vista, tiene que ver con la posición calificada, la cual establece que el humor positivo, además de facilitar la resolución de tareas de una manera divergente, en ocasiones también puede llegar a inhibirla. (Vosburg, 1998).

50 El sistema número uno o implícito corresponde a un mecanismo de procesamiento rápido, quizás vinculado al denominado sistema límbico, que en la mayoría de los casos opera por fuera de la conciencia y se apoya en las emociones como referencia guía para tomar decisiones. En ocasiones, este sistema también se activa vinculado al nivel de pericia y experiencia que posea un individuo para sortear aquellas situaciones sobre las que debe decidir.

Respecto a la creatividad, se podría hipotetizar una situación similar a la planteada en el ejemplo anterior con los marcadores somáticos; esto quiere decir, una yuxtaposición de un marcador (en este caso positivo) a un futuro resultado posible. En otras palabras, se intentaría ser creativo debido a que, en el pasado esas situaciones o tareas específicas con frecuencia se relacionaron con sensaciones y resultados positivos (como la felicidad y la alegría) al haber generado un impacto en el entorno inmediato en el que se encontraba el individuo. Por esta razón, probablemente el sujeto tome la decisión de volver a ser auténtico en diversas tareas, pues posiblemente esté movido por el objetivo de reactivar esa sensación de gratificación. Esta comprensión involucra tanto a las conductas humorísticas del día a día (que puede comprender desde el humor cotidiano) hasta las obras de comedia más refinadas (que se conoce que tienen un impacto social), sobre todo cuando estas formas se perfilan como fenómenos de goce colectivo.

Sin embargo, a diferencia de la apreciación pasiva del comportamiento humorístico, y de la gama de emociones que se pueden involucrar en dicha experiencia, los correlatos neurales de la generación de humor han sido poco explorados en tiempo real. En el caso de la creatividad del humor, metodológicamente, de momento ésta solo ofrece una evaluación fiable de la calidad de un producto creativo con principio y fin claro y relativamente rápido, lo que la hace accesible a las técnicas de neuroimagen que tienen el potencial para reflejar diferencias individuales a ese nivel. De esta manera, Amir & Biederman (2016) estudiaron comediantes profesionales, improvisadores novatos y sujetos controles, quienes a partir de la observación de imágenes de dibujos animados, se les instruyó para generar un título humorístico o un título ordinario a partir de estos referentes, mientras se escaneaban sus procesos neurocognitivos con técnicas de neuroimagen (fMRI). De acuerdo con los resultados, una experiencia cómica mayor se asoció con la disminución de la activación a nivel del estriado y la corteza prefrontal medial (CPFm), pero también se evidenció un aumento en la activación neural de regiones temporales de asociación. Los comediantes, menos experimentados presentaron una mayor activación de la corteza prefrontal medial (CPFm), lo cual se relaciona con el hecho según el cual estas apoyarían la búsqueda deliberada en regiones temporales de asociación. Por el contrario, los comediantes profesionales tienden a cosechar los frutos de sus asociaciones espontáneas con una reducida dependencia de la búsqueda guiada de arriba-abajo, es decir, sin tanta participación de estructuras ligadas a la deliberación y a la cognición puramente razonada.

Más allá de la dimensión humorística y recurriendo a una perspectiva neurobiológica, evidentemente, las emociones positivas pueden ser definidas como señales que le indican al cuerpo que está volviendo a su equilibrio homeostático. En las emociones positivas asumidas como señales, se ven involucrados diversos sistemas de péptidos asociados con neurotransmisores como la dopamina, así como mecanismos neuronales vinculados a la recompensa (Burgdorf & Panksepp, 2006).

Ciertamente, si pudieran analizarse minuciosamente las acciones que el ser humano lleva a cabo a diario, en principio, sería evidente que son cientos, quizá miles y que no están mediadas por la razón simple y esquemática, sino que la emoción emerge en ellas como un ingrediente fundamental del acto creativo. Al hablar de la cotidianidad, es posible hacer referencia al arte dramático y las habilidades actorales que desde hace siglos hacen parte de las plazas, los teatros, la televisión y el cine. En ese sentido, la teatralidad ha cautivado los espacios más íntimos y recreativos del ser humano. En cuanto a la figura del actor en la situación dramática, se acepta que éste debe tener como propósito fundamental el autoconocimiento y la conciencia de sus actos. Por ejemplo, la búsqueda minuciosa de un “objeto” (sea un tesoro o el amor de su amada) despertará emociones y sentimientos en los espectadores, siempre y cuando está búsqueda tenga algún objetivo claro que encuadre la intención dramática. De esta manera, si el objeto que el artista dramático pretende encontrar, es la llave del carro para llevar de urgencia a su esposa que se ha desmayado y yace pálida en sus brazos, la representación se dota de sentido y proyecta una gama de emociones en aquellos que observan esta circunstancia. Desde esa lógica, se entiende que la práctica actoral no gira en torno a hacer por hacer, más bien se trata de hacer dotado de intencionalidad. Es ahí donde el cuerpo actúa y reacciona de manera lógica, pero desde un íntimo vínculo emocional que emerge de la relación afectiva que se representa y sobre todo de la humanidad del personaje, que es quien debe solucionar y tomar decisiones que incidirán sobre el público como testigo de su teatralidad creativa.

Por tanto, imaginar y experimentar se perfilan como aspectos fundamentales al momento de actuar. Partiendo del hecho según el cual dormir es una actividad y considerando que incluso cuando dormimos estamos “elaborando cogniciones” (a través de nuestro cuerpo y de nuestra mente que “siguen” aún conectados desde la vida emocional), es posible asumir que actuar es HACER. Aunque, guardadas las proporciones, en el sueño todo esto ocurre de forma “natural”, ya que la actuación es el síntoma de

la esencia cultural del ser humano y el sueño sería un requerimiento psicobiológico. Así, aunque el sueño también está impregnado de una forma cultural que atraviesa las imágenes neurales (sobre todo en determinadas fases del mismo), no obstante, esto tiene lugar en una relación diferente con la conciencia. Por su parte, la escenificación dramática surge de una intención elaborada consciente (y de orden cultural) pero que tiene sentido solamente desde la búsqueda creativa que encamina el actor para compartir una coloratura emocional con los otros.

Desde estas consideraciones, a la hora de expresar y crear en escena, es posible afirmar que deben estar en constante interacción 1) la mente y su consciencia, y 2) el cuerpo y su acción, todas ellas imbricadas en un trasfondo emocional que involucra afectivamente a quienes protagonizan la escena en tanto HACER, pero también a aquellos que, al presenciarse, también la “viven”.

Por otro lado, algunas de las investigaciones pioneras que han explorado el efecto de las emociones en las conductas creativas han demostrado que el afecto positivo puede facilitar las respuestas creativas y la toma de decisiones, en tanto éstas resulten significativas, importantes o interesantes para el sujeto. En otras palabras, estos estudios sugieren que la creatividad puede ser facilitada por un estado placentero transitorio; afirmando así que el estado afectivo suficiente para generar la creatividad, puede ser inducido sutilmente por pequeños eventos del día a día. De esta manera, concluyen que la creatividad puede ser influenciada por pequeñas modificaciones de la interpretación física e interpersonal del ambiente (Isen et al. 1987; Isen, 2001; Fredrickson, 2003). Otras investigaciones más recientes han confirmado este mismo efecto. Estos autores han observado que en diversos contextos organizacionales, al implementar emociones positivas como alegría o felicidad por parte de los jefes, los empleados suelen responder a sus deberes incrementando formas de pensar y de actuar más auténticas, divergentes y por consiguiente más creativas (Rego, 2014).

Evidentemente, se conoce que la emoción es un motivador primario para los comportamientos creativos, aunque la naturaleza de la interacción entre los sistemas neuronales asociados tanto al procesamiento creativo como a la emoción aún no ha sido descifrada. Actualmente se asume que existen mecanismos neuronales subyacentes a la creatividad que pueden depender del estado emocional. En este sentido, McPherson, Barrett, López-González, Jiradejvong & Limb (2016) utilizaron resonancia magnética funcional

(fMRI por sus siglas en inglés) para examinar la improvisación de piano en respuesta a una serie de señales emocionales. Así, mostraron a doce pianistas de jazz fotografías de una actriz que representaba: 1) una emoción positiva, 2) una emoción negativa o 3) una emoción ambigua. A partir de estos estímulos visuales los pianistas improvisaron la música que ellos sentían que representaba la emoción expresada en las fotografías. La investigación sugiere que la actividad de la CPF y otras redes cerebrales involucradas con la cognición creativa se encuentra altamente modulada por el contexto aportado por las emociones circundantes. Además, la intención emocional moduló directamente la conectividad funcional de regiones límbicas y paralímbicas como lo son los núcleos amigdalinos y el lóbulo de la ínsula (Ver figura 60).

Estímulos del experimento:

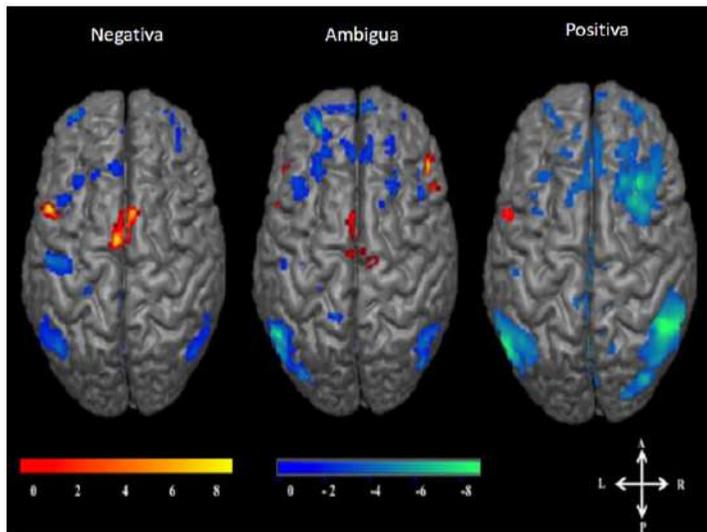


Figura 60. Contrastes dentro de la emoción. Proyecciones tridimensionales superficiales de activaciones y desactivaciones nerviosas durante la improvisación musical asociada a diferentes emociones. Los resultados corresponden a un modelo de efectos aleatorios, $p < 0,005$ con un umbral de 10 voxeles

por cluster. La improvisación se asoció con activaciones del área perisilviana del lenguaje y el área motora suplementaria, en relación con las emociones, así como desactivaciones en la corteza prefrontal dorsolateral, el giro angular y el precúneo. La barra de escala muestra la gama de puntuaciones t y los ejes representan la orientación anatómica. Abreviaturas: A, anterior; P, posterior; R, derecha; L, izquierda.

Fuente: Tomado de McPherson, Barrett, Lopez-Gonzalez, Jiradejvong & Limb (2016).

Cabe mencionar que las investigaciones sobre las emociones negativas son un poco más recientes y escasas. Eventualmente, podría asumirse que así como las emociones positivas en ocasiones fomentan el pensamiento creativo, las emociones negativas por su parte lo inhiben, dificultando la fluidez del sujeto en tareas específicas. Aunque, lo que se ha observado es que fomentan formas de pensamiento crítico y analítico, acopladas a un procesamiento de la información más detallado (Ambady & Gray, 2003). Russ y Schafer (2006) estudiaron niños de primero y segundo año de primaria llegando a la conclusión de que existe una correlación positiva entre emociones negativas y creatividad, ya que observaron que el afecto negativo favorece el pensamiento creativo. No obstante, debido a que las ideaciones negativas son difíciles de expresar para los niños, se reconoce que, los juegos de roles se perfilan como un “territorio” donde las emociones y el pensamiento creativo pueden encontrar un escenario para su manifestación.

Desde abordajes psicodinámicos, autores como Anzieu (1959) vinculan la creatividad no solo con la genialidad, sino con la posibilidad que tiene el sujeto de sortear sus estados “patológicos” *sublimando* sus impulsos a través de un acto creativo que le permite crear algo nuevo al tiempo que se re-constituye a sí mismo. Particularmente en el arte dramático, los monólogos, canciones, novelas, películas, obras de teatro, entre otros, más importantes de la historia, han sido inspirados en hechos de la vida real. Historias vividas por sus propios autores o que han llegado a sus manos y oídos por tradición oral o escrita, para finalmente llegar a apersonarse de ellas “haciéndolas suyas”.

Esto da fuerza a la idea según la cual, aunque se considera de suma importancia la genialidad para crear y re-crear realidades nuevas desde lo simbólico, haciendo referencia al “instante mágico creativo”, para el autor, resulta muy contundente y eficaz, plasmar en escena los hechos reales, tomando como referencia un suceso que ha sido vivido personalmente. De

esta manera, este suceso podrá ser expresado con mayor naturalidad puesto que sus dimensiones emocional y sensorial han sido activadas positiva y negativamente para sentir y reaccionar ante dicha contingencia.

Así que cuando se tiene escrita la historia, a partir de la experiencia cobra vida la sensibilidad y el talento del intérprete quien tendrá como desafío (si es capaz todavía de palidecer o sonrojarse al recordar alguna experiencia que aún teme o ansía como un recuerdo trágico o apasionante) representar la escena de manera auténtica y sorprendente, no sólo para conmover al público en el instante mismo, sino para transmitir significados y construir sentido a través de su relación con los otros.

Evidentemente, desde una perspectiva freudiana los individuos creativos subliman, en buena medida, su energía libidinal a través de involucrarse en ocupaciones. De este modo, actividades como el dibujo, la escritura, la composición y la ciencia, harían parte de procesos de sublimación que adelanta el sujeto, de los cuales emerge el acto creativo (Freud, 1908b).

De acuerdo Freud, el sujeto se protege de sus instintos y del mundo exterior (cuando éste no le proporciona estados de satisfacción) “retirándose” hacia procesos psíquicos internos. En palabras de Damasio (2005), evita a toda costa la sensación de estos marcadores somáticos negativos gracias a un mundo interno en el cual el individuo construye una realidad nueva como resultado de despliegue creativo. Estos procesos tienen lugar en el inconsciente, donde probablemente, también residirían las soluciones creativas vinculadas a los conflictos. Freud (1908b) sugirió un paralelismo entre el niño que juega, el adulto soñador y el artista creativo. El niño, al igual que el artista, crea su propio mundo y organiza las cosas de este nuevo universo de un modo diferente que le genera satisfacción. Por su parte, al igual que el niño que juega, el escritor creativo construye un mundo diferenciado de la realidad y lo hace, en parte, recurriendo a la fantasía impregnada de emoción. Actualmente, incluso estudiosos de la neurofisiología como Kandel (2016) también asumen el arte como un quehacer marcado por el inconsciente y atravesado por la subjetividad, aunque al mismo tiempo se esfuerzan por presentar un enfoque reduccionista y objetivo que reivindique la raíz biológica de dicha expresión.

Cyrułnik (2013) nos habla de la función creativa y las emociones negativas, al referirse a la capacidad resiliente que recurre a un acto creativo para afrontar la adversidad. Así, plantea cómo frente a la restricción de la libertad

y la tortura, algunos sujetos llegan a recordar creativamente. Para ello, es necesario que estos individuos (más allá de su momento vital) logren ser conscientes de que el recuerdo no necesariamente les actualiza el dolor que una vez les generó sufrimiento, sino que les posibilita acceder a la satisfacción que radica en el hecho de haber conservado la vida en medio de la adversidad (Cyrulnik & Ploton, 2018).

En este orden de ideas, es posible plantear que los productos creativos están influenciados de manera importante por las emociones y por la historia del individuo. En síntesis, el sujeto crea, no solo con la esperanza de conseguir una remuneración económica, sino porque ama lo que hace, puesto que realmente disfruta la oportunidad de generar algo (Csikszentmihalyi, 1996). Indudablemente, existen ciertas actividades que los individuos propician (o en las que se involucran) que implican la liberación de toda una cascada dopaminérgica vinculada a experiencias de placer y de felicidad. También pueden generarse circunstancias en las que el sujeto, crea o se implica en actividades con el propósito de “sanar”, desahogar, sublimar aspectos de su mundo psicológico; para evitar, en un plano de lo imaginario, aquello que no se puede evitar en un plano de lo real. Tal como afirmaba Alejandra Pizarnik:

[...] Escribo para que no suceda lo que temo; para que lo que me hiere no sea; para alejar al malo. Se ha dicho que el poeta es el gran terapeuta. En este sentido, el quehacer poético implicaría exorcizar, conjurar, y, además, reparar. Escribir un poema es reparar la herida fundamental, la desgarradura. Porque todos estamos heridos.”⁵¹

COGNICIÓN SOCIAL Y CREATIVIDAD

Los seres humanos somos por definición seres sociales, esta condición se constituye en un rasgo que nos distingue de las demás especies. Desde el momento que nacemos venimos equipados con toda una serie de redes neuronales que esperan ser moldeadas y modificadas por una cultura que interiorizamos (que de hecho nos atraviesa) por medio de significados, reglas y actos que aprendemos de los demás (o mejor con los demás). A

51 Fragmento de Entrevista de Martha Isabel Moia a Alejandra Pizarnik, publicada en *El deseo de la Palabra*, Ocnos, Barcelona, 1972.

lo largo del tiempo, estas conductas sociales nos han ayudado a conferirle sentido a nuestros mundos, a nuestras comunidades y a nosotros mismos; al permitirnos entender a los otros como agentes intencionales y sujetos racionales que sienten y tienen experiencias similares a las nuestras, dando paso a lo que se conoce hoy como *cognición social*. Esta ciencia que estudia el sujeto social, podría definirse a groso modo, como la búsqueda de la comprensión que tienen las personas sobre sí mismas y sobre los otros, en términos de estados mentales internos como pensamientos, deseos y emociones, que les permiten realizar acciones sociales adecuadas en entornos particulares (Wellman, 2016).

En cuanto a la relación entre los procesos cognitivos y la dimensión cultural, resulta interesante hacer referencia a la denominada *teoría del afinamiento* (Honing Theory), que plantea que la creatividad alimenta el proceso por el cual la cultura se modifica a través del intercambio comunal entre mentes que son auto-organizadas, auto-mantenidas y auto-reproducibles. De acuerdo con esta teoría, las mentes modifican sus contenidos y se adaptan a sus entornos para minimizar la *entropía*. Desde esta perspectiva, la creatividad comienza con la detección de material de alta entropía psicológica, lo que provoca incertidumbre e induce excitación. El proceso creativo implica considerar este material recursivamente, desde nuevos contextos hasta que esté suficientemente re-estructurado, conllevando a que la excitación se disipe. La re-estructuración implica la sincronía neural y la dinámica vinculante, y puede ser facilitada cuando se cambia temporalmente a un modo más asociativo de pensamiento. De esta manera, un trabajo creativo puede inducir de forma similar la re-estructuración en otros, contribuyendo a la evolución cultural de visiones más matizadas del mundo. Dado que las líneas de descendencia cultural que conectan los productos creativos pueden ser continuas, la modificación cultural ocurre en el nivel de mentes auto-organizadoras, que reflejan sus resultados en el *cambio cultural*. La teoría del afinamiento asume desafíos no abordados por otras teorías de la creatividad, tales como los factores que guían la re-estructuración y el sentido en que evolucionan las diversas obras creativas (Gabora; 2016; Gabora & Unrau, 2019).

Haciendo referencia a otras formas de relación entre la cultura y la creatividad, se considera un estudio de intervención que examinó la efectividad de un programa denominado *Creativity Compass* (Brújula de la

creatividad), que buscaba desarrollar tanto las *competencias interculturales*⁵² como la creatividad en 122 niños de edades comprendidas entre ocho y doce años. Los resultados reportaron que el programa era altamente eficaz para estimular las habilidades creativas de los niños y moderadamente eficaz en el desarrollo de habilidades interculturales, lo que proporciona evidencia de que la estimulación efectiva y el desarrollo de habilidades creativas e interculturales es posible y puede contribuir a la preparación de los niños para la vida en un mundo globalizado y multicultural (Dziedziewicz, Gajda & Karwowski, 2014).

Particularmente, el origen cultural de la cognición humana (una de nuestras especificidades como especie) empieza a hacer sus primeras apariciones en el momento en que se reconoce a los otros como agentes intencionales. Ésta conquista permitió, en algún momento de la historia, un aprendizaje social humano, al perfeccionarse la fabricación de herramientas y las prácticas colectivas que, seguramente, se inscribieron más allá del individuo mismo. Probablemente, fue así como tuvo lugar el origen de diversas formas de creatividad socio-colaborativas, puesto que los individuos, de manera colectiva, creaban artefactos que ninguno de ellos, de manera individual, habría podido construir por sí mismo (Tomasello, 1999). Esta diferencia cognitiva única hizo posible algunas formas nuevas y únicas de herencia social, por medio de las cuales los individuos aprendían a internalizar artefactos y prácticas colectivas junto con historias que hacían parte de su acervo cultural. Es así como en un principio se aprendía que una roca funcionaba como martillo, hasta qué en eventos del continuo de tiempo, se llegó a las grandes aplanadoras pertenecientes a las fábricas industriales de nuestros días, mediante un proceso basado en la acumulación de pequeños cambios llevados a cabo por diversos grupos de sujetos mientras “tejían” las culturas.

52 Más allá de la sensibilidad intercultural, las competencias interculturales hacen referencia la dimensión de la identidad nacional, es decir, el sentido de pertenencia dentro de determinada nacionalidad, que se comparte con un grupo de personas y es independiente del estatus de ciudadanía. Debido a que el sentido de la Identidad nacional no es una característica innata, se basa en el conocimiento sobre el propio país, que es construido por los sujetos a través de la vida cotidiana y la educación. Este conocimiento incluye i) el reconocimiento de los símbolos y colores nacionales, ii) el idioma, iii) la historia del país y iv) la conciencia de lazos tanto de sangre como culturales (Smith, 1991).

Gracias a este tipo de herencia acumulativa y basada en el uso y los significados, no es necesario que cada individuo empiece de cero su experiencia de vida, por el contrario, en tan solo unos pocos años de vida, empezamos a interiorizar miles de años de construcción sociocultural.

Este concepto de herencia cultural, es similar al conocido concepto de *meme*, que fue acuñado en un principio por el biólogo Richard Dawkins y que se define como un *replicador de información cultural*, que en analogía con los genes, se propagaban de un acervo memético, “saltando” de un cerebro a otro mediante un proceso denominado *imitación* (Dawkins, 1976). Los memes en el marco de la *imitación*, constituyen un proceso por el cual se hacen posibles nuevas y únicas formas de herencia cultural, como gestos, rituales, teorías, valores, leyes e incluso diversas maneras de utilizar instrumentos y convenciones sociales. Los *memes*, en tanto diversos modos de pensamiento y quehacer acumulado por años, son los que las personas creativas cambian y modifican, permitiéndoles optimizar y mejorar productos, herramientas, teorías o ideas. En efecto, estos actos creativos basados en los cambios y rupturas paradigmáticas, se vuelven parte de la cultura en la que el individuo está inmerso. En este sentido, tal como señala Kuhn al hablar de las *Revoluciones Científicas* y su desarrollo de la *ciencia normal*, estos cambios o *revoluciones* que crean las personas en sus respectivos campos, no solamente posibilitan una transformación en la persona, sino que modifican la perspectiva histórica de la comunidad que los experimenta (Kuhn, 1962).

Por tal razón, la creatividad surgiría a partir de la interacción de tres elementos: Una cultura que contiene reglas simbólicas, una persona que trae novedad a ese acervo memético o dominio simbólico y un campo de expertos que reconoce y valida la información (Csikszentmihalyi, 1997). De este modo, la relevancia situada en la cognición social, radica en que le permite a la persona reconocerse como parte de una cultura que está constituida por simbolismos e ideologías construidas y re-construidas a lo largo del tiempo, las cuales pueden ser transformadas de acuerdo con la necesidad y con las contingencias de cada momento histórico, y por supuesto que van más allá de la idea de “imitación”.

CONCLUSIÓN

Para finalizar, se puede observar cómo la creatividad no solamente se configura como un proceso solipsista que tiene lugar en el sujeto y que emerge porque un estímulo o una situación lo activa en el escenario del sustrato biológico.

Por el contrario, la producción creativa está directamente relacionada con la historia y la cultura del individuo, las cuales permean su forma de ver y de actuar en el mundo. Se trata entonces de reconocer, el valor de una historia personal que se “tatúa sobre la piel de su individualidad” y una cultura que urde en su diversidad todo un “tejido intelectual y emocional” que impacta el pensamiento creativo permitiendo la experimentación de nuevas tensiones, la emergencia de giros que sacuden la complejidad y la manifestación de otras formas de asumir la realidad.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Cómo influyen las emociones el acto creativo?
- ¿De qué manera fomentan las emociones negativas la creatividad?
- ¿Por qué se debe entender a la creatividad como un fenómeno sistémico y no como una práctica meramente individual?
- ¿Cuál es el lugar del mundo cultural en el desarrollo de las habilidades creativas del sujeto?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambady, N., & Gray, G. M. (2002). On being sad and mistaken: Mood effects on the accuracy of thin-slice judgments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(4), 947-961. doi:10.1037//0022-3514.83.4.947.
- Anzieu, D. (1959). El Autoanálisis de Freud y el Descubrimiento del Inconsciente. México: Siglo XXI
- Aranguren, M. (2013). Emoción y Creatividad: Una Relación Compleja. *Suma Psicológica*, Vol. 20 No 2, 217-230. doi:10.14349/sumapsi2013.1196
- Burgdorf, J., & Panksepp, J. (2006). The neurobiology of positive emotions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(2), 173-187. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.06.001>

- Csikszentmihalyi, M. (1996). Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. Cap The Flow and Creativity (pp. 107- 126). USA: First harperennial.
- Cyrulnik, B. (2013). *Los patitos feos: la resiliencia. Una infancia infeliz no determina la vida*. España: Debolsillo.
- Cyrulnik, B., & Ploton, L. (2018). *Envejecer con resiliencia: Cuando la vejez llega* (Vol. 1006628). Barcelona: Editorial GEDISA.
- Damasio, A (1994). El Error de Descartes: la razón de las Emociones. Emociones y Sentimientos. Cap 7, 151-160. Editorial Andrés Bello.
- Damasio, A. (2007). En Busca de Spinoza. Cáp 3 Desde que Hubo Sentimientos, 137-140. Barcelona. Planeta
- Dawkins, R. (1976). El Gen Egoísta: Las Bases Biológicas de Nuestra Conducta. Cáp 11 Memes: los nuevos Replicadores, 209-228. Madrid: Salvat
- Dziedziewicz, D., Gajda, A., & Karwowski, M. (2014). Developing children's intercultural competence and creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.02.006>
- Fedrickson B. (2003). The Value of Positive Emotions. *American Scientist* vol 91, 330-335.
- Freud, S. (1908b). El creador literario y el fantaseo. *Obras completas*, 9, 127. Buenos Aires: Amorrortu
- Gabora, L. (2016). Honing theory: A complex systems framework for creativity. *arXiv preprint arXiv:1610.02484*.
- Gabora, L., & Unrau, M. (2019). The Role of Engagement, Honing, and Mindfulness in Creativity. In *Creativity Under Duress in Education?* (pp. 137-154). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90272-2_8
- Immordino-Yang, M. H., Yang, X. F., & Damasio, H. (2016). Cultural Modes of Expressing Emotions Influence How Emotions Are Experienced. *Emotion (Washington, DC)*, 16(7), 1033. <https://doi.org/10.1037/emo0000201>
- Isen, A (2001). An Influence of Positive Affect on Decision Making in Complex Situations: Theoretical Issues With Practical Implications. *Journal of Consumer Psychology* vol 11, 7-85. https://doi.org/10.1207/S15327663JCP1102_01
- Isen, A et al (1987). Positive Affect Facilitates Creative Problem Solving. *Journal of Personality and Social Psychology* vol 52, 1122-1131. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.6.1122>
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Cáp 1, Dos Sistemas. España: Debate

- Kandel, E. R. (2016). *Reductionism in Art and Brain Science: Bridging the Two Cultures*. New York: Columbia University Press.
- Khalil, R., Godde, B., & Karim, A. A. (2019). The link between creativity, cognition, emotion and underlying neural mechanisms. *Frontiers in neural circuits*, 13, 18. <https://doi.org/10.3389/fncir.2019.00018>
- Kuhn T. (1962). La Estructura de las Revoluciones Científicas. Cap. 2 El Camino hacia la Ciencia Normal, 33-51. México: FCE. Breviarios.
- Le Breton, D. (2009). *Las pasiones ordinarias: antropología de las emociones*. Cap. 3, 117-120 Antropología de las Emociones. Buenos Aires: Editorial Nueva visión.
- Liu, S., Erkkinen, M. G., Healey, M. L., Xu, Y., Swett, K. E., Chow, H. M., & Braun, A. R. (2015). Brain activity and connectivity during poetry composition: toward a multidimensional model of the creative process. *Human brain mapping*, 36(9), 3351-3372. <https://doi.org/10.1002/hbm.22849>
- McPherson, M. J., Barrett, F. S., Lopez-Gonzalez, M., Jiradejvong, P., & Limb, C. J. (2016). Emotional intent modulates the neural substrates of creativity: an fMRI study of emotionally targeted improvisation in Jazz musicians. *Scientific reports*, 6, 18460. <https://doi.org/10.1038/srep18460>
- Michael T (1999). The Cultural Origins of Human Cognition. Cap 1 A Puzzle and a Hypothesis, 1-13. Cambridge: Harvard University Press.
- Otrosky, F. & Vélez, A. (2013). Neurobiología de las Emociones. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, vol 13 No 1, 1-13.
- Otrosky, f (2000). *Toc, toc! ¿hay alguien ahí?: cerebro y conducta: manual para usuarios inexpertos*. México: Infored.
- Rego, A et al (2014). Hope and positive affect mediating the authentic leadership and creativity relationship. *Journal of Bussines Research* vol 64,200-210. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.10.003>
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology* 55, 657-687. doi: 10.1146/annurev.psych.55.090902.141502
- Acar, S., & Runco, M. A. (2019). Divergent thinking: New methods, recent research, and extended theory. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13(2), 153. <https://doi.org/10.1037/aca0000231>
- Russ, S. W., & Schafer, E. D. (2006). Affect in fantasy play, emotion in memories, and divergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 347-354. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_9
- Smith, A. D. (1991). National identity: Ethnonationalism in comparative perspective. Nevada: University of Nevada Press

- Vosburg, S. K. (1998). Mood and the quantity and quality of ideas. *Creativity Research Journal*, 11(4), 315-324. doi: 10.1207/s15326934crj1104_5
- Wellman, H. (2016). Cognición Social y Educación. Teoría de la Mente. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana* vol 53, 1-23. doi: 10.7764/PEL.53.1.2016.2

COMENTARIO FINAL

Efectivamente, es posible plantear que para que tengan lugar los actos creativos que anteceden y recurren sobre los proyectos innovadores (colectivos o individuales), el sujeto debe contar con habilidades cognitivas como lo son la memoria de trabajo, la atención sostenida, la flexibilidad y la capacidad para evaluar situaciones que implican problemas por resolver. Estas habilidades se encuentran profundamente vinculadas con la función de la corteza prefrontal.

No obstante, el hecho según el cual los diversos saberes, los almacenes de significados y las nuevas combinaciones simbólicas son implementados en estructuras neurales diferenciadas, como, por ejemplo, las regiones parietales posteriores, la corteza frontopolar y el giro frontal inferior izquierdo respectivamente, explicita particularidades que resultan fundamentales para comprender la relación entre el conocimiento y la creatividad, como también, la diferencia entre el pensamiento creativo y el pensamiento no-creativo.

Así mismo, es importante mantener presente la diferencia entre objetos de la creatividad y la gran complejidad que implica la expresión creativa, pues esta última muchas veces está acompañada por cambios paradigmáticos y contingencias tanto individuales como colectivas, que van mucho más allá de un producto a ser juzgado. Del mismo modo, se debe considerar seriamente la idea que sostiene que la arquitectura cerebral de cada individuo se configura dentro de una singularidad que la define, lo cual involucra su historia personal, su desarrollo, sus experiencias de aprendizaje, la cultura en la que está inmerso y los cambios que tienen lugar a lo largo de su vida.

Por último, es importante hacer énfasis en el aporte que podría generar el análisis multinivel, que ubicaría el estudio del acto creativo en el contexto de diversas dimensiones, incluyendo mecanismos moleculares, vías de conectividad neuronal, componentes cognitivo-emocionales, aspectos culturales y acciones de *mediación social de la creatividad* ligadas tanto al aprendizaje como al desarrollo del individuo. Son estas interacciones entre los diversos niveles de un mismo fenómeno las que de manera conjunta, eventualmente contribuirán al despliegue de nuestra comprensión de la imaginación como un evento complejo. Teniendo claro finalmente que, es en el *continuum* entre individuo, sociedad y cuerpo, en el trasfondo de los matices determinados por el tiempo y el espacio, donde se hace posible aquello que denominamos *creatividad*.



Siluetas humanas elaboradas por el artista Ever Astudillo, cortesía de la antropóloga Amanda Astudillo.

ACERCA DE LOS AUTORES

Álvaro Alexander Ocampo

📧 <https://orcid.org/0000-0003-4526-1397>

✉ alvaro.ocampo02@usc.edu.co

Psicólogo con énfasis en cognición y psicología clínica. Magíster en Psicología, línea Neuropsicología (Universidad del Valle). Doctor en Ciencias Biomédicas, vinculado al Centro de Estudios Cerebrales (CEC) línea Desarrollo de la Corteza Prefrontal (Universidad del Valle). Coordinador de la línea: Neurociencias, Innovación y Salud del grupo Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) (Universidad Santiago de Cali). Experiencia en docencia universitaria (Universidad Santiago de Cali, Universidad del Valle, Universidad ICESI, Universidad Católica Popular de Pereira, Universidad Cooperativa, Universidad del Tolima, entre otras). Campos de interés: neurociencias, interneuronas de la corteza prefrontal, cognición creativa, psicología educativa, psicología del aprendizaje y del desarrollo.

Alba Lucero García Fajardo

📧 <https://orcid.org/0000-0003-1917-2091>

✉ albalucerogarcia@yahoo.es

Psicóloga (Universidad del Valle). Magíster en Psicología con énfasis en investigación cultural (Universidad del Valle). Docente de la Facultad de Humanidades (Universidad Autónoma de Occidente-Cali). Docente del Departamento de Estudios Psicológicos (Universidad ICESI).

Alfredo Sánchez

📧 <https://orcid.org/0000-0001-5946-7033>

✉ alsanchez@calipso.com.co

Artista marcial, cinturón negro de Judo III Dan, Federación Colombiana de Judo (Avalado por la Federación internacional de Judo). Maestro de Judo formativo y de alto rendimiento, Escuela Nippon Budokai y en Liga Vallecaucana de Judo. Máster en Programación Neurolingüística, Coaching

deportivo, Fundación Empoder (Avalado Doctor Richard Bandler & The Society of Neuro-linguist Programming).

Alfonsina del Cristo Martínez Gutiérrez

© <https://orcid.org/0000-0002-8205-5747>

✉ alfonsina.matinez00@usc.edu.co

Enfermera (Universidad de Cartagena), especialista en Cuidado del Paciente en Estado Crítico (Universidad Mariana), magíster en Enfermería con Énfasis en Cuidado del Adulto y del Anciano (Universidad del Valle), magíster en Ciencias: Farmacología (Universidad Nacional de Colombia). Docente del Departamento de Ciencias Biomédicas. Profesora del área de Farmacología General, Farmacología Clínica y Neurociencias (Universidad Santiago de Cali), Miembro activo del grupo de investigación en Genética, Fisiología y Metabolismo (GEFIME).

Amanda Astudillo Delgado

© <https://orcid.org/0000-0002-8443-4388>

✉ amanda1studillo@hotmail.com

Antropóloga (Universidad del Cauca). Especialista en Desarrollo Comunitario (Universidad del Valle). Estudios de Cooperación (Universidad Complutense de Madrid España). Percusionista, fundadora del grupo de música Chia-Sue (Luna-Sol). Docente del Departamento de Medicina Familiar (Universidad del Valle). Docente de la especialización de Medicina Familiar y Antropología Médica (Universidad del Valle).

Ana Milena Sánchez Borrero

© <https://orcid.org/0000-0003-3816-7597>

✉ ana.milena.sanchez@correounivalle.edu.co

Licenciada en Literatura (Universidad del Valle). Magíster en Educación: Desarrollo Humano (Universidad San Buenaventura). Docente del área de Lenguaje en la Facultad de Educación (Universidad Santiago de Cali).

Andrés Gildardo Vanegas Yela

📧 <https://orcid.org/0000-0002-4722-6328>

✉ andres.vanegas@correounivalle.edu.co

Psicólogo (Universidad del Valle). Estudios de Maestría en Salud Ocupacional. Se desempeña como profesional de apoyo psicosocial de un programa de atención integral a la primera infancia en el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF).

Carlos Andrés Velásquez Soleibe

📧 <https://orcid.org/0000-0001-7056-044X>

✉ andressoleibe@gmail.com

Actor, director, artista formador y narrador oral. Egresado de la Academia de Artes Escénicas Santa Fé de Bogotá, actor con una gran trayectoria tanto en cine como en televisión y teatro, Colombia.

Christian Andrés Rojas Cerón

📧 <https://orcid.org/0000-0001-9690-5485>

✉ christian.andres.rojas@correounivalle.edu.co

Médico (Universidad del Valle). Especialista en Neurología Infantil (Universidad de Antioquia). Docente del Departamento de Pediatría (Universidad Del Valle). Doctorado en Ciencias Biomédicas (Universidad del Valle).

Danna Aristizábal Oviedo

📧 <https://orcid.org/0000-0001-9982-3047>

✉ dannaaristizabal@gmail.com

Psicóloga (Universidad del Valle), magíster en Psicología (Universidad de los Andes). Docente y coordinadora del área educativa (Universidad Cooperativa sede Cali).

Diego Alejandro Calle Sandoval

© <https://orcid.org/0000-0002-4917-5819>

✉ diegoa.calle@unilibre.edu.co

Psicólogo (Universidad del Valle). Magíster en Filosofía (Universidad del Valle). Doctor en Psicología con orientación en neurociencias cognitivas aplicadas (Universidad Maimónides). Docente investigador CUE (Alexander Von Humboldt, Armenia). Docente investigador (Universidad libre, Cali).

Edwin Cortés González

© <https://orcid.org/0000-0002-9173-5306>

✉ edcortes300@gmail.com

Licenciado en Literatura, Magíster en Filosofía en la línea del lenguaje (Universidad del Valle). Máster en Coaching, Gestión Emocional y Mindfulness de la ENEB. Estudiante de Doctorado en Literatura y Estudios Críticos (Universidad Nacional del Rosario). Coordinador del Centro de Atención Tutorial de Cali y catedrático del IDEAD del programa de Licenciatura en Literatura y Lengua Castellana (Universidad del Tolima). Catedrático del Departamento de Lingüística y Filología (Universidad del Valle). Hace parte del Colectivo de Educación para la Paz, la Red para la transformación Docente del Lenguaje del Nodo Valle y ha participado como par académico del Ministerio de Educación Nacional. Actualmente, pertenece al grupo de investigación Didaskalia de la Universidad del Tolima.

Gabriel Arteaga Díaz

© <https://orcid.org/0000-0001-6198-8671>

✉ gabriel.arteaga@correounivalle.edu.co

Psicólogo (Universidad del Valle). Magíster en Psicología (State University of New York, USA). Doctorado en Ciencias Biomédicas (Universidad del Valle). Docente del Instituto de Psicología (Universidad del Valle).

José Rafael Tovar Cuevas

📧 <https://orcid.org/0000-0003-0432-4144>

✉ jose.r.tovar@correounivalle.edu.co

Estadístico (Universidad del Valle). Magíster en Estadística (Pontificia Universidad Católica De Chile). Doctorado en Estadística (Universidad de Estadual De Campinas). Postdoctorado en Bioestadística y Salud de las comunidades (Universidad de São Paulo). Docente de la Escuela de Estadística (Universidad del Valle).

Juan Felipe Martínez Flórez

📧 <https://orcid.org/0000-0003-2914-0819>

✉ juan.felipe.martinez@correounivalle.edu.co

Psicólogo (Universidad del Valle). Magíster en Psicología (Universidad del Valle). Candidato a Doctorado Doctor en Psicología con énfasis en Neuropsicología (Universidad del Valle). Becario doctoral (Colciencias).

Julián Andrés Messa Paredes

📧 <https://orcid.org/0000-0002-1552-9922>

✉ julian.messa@correounivalle.edu.co

Psicólogo (Universidad del Valle). Psicólogo Clínico (Clínica Urgencias Médicas. Santiago de Cali). Cuenta con formación para la atención de víctimas de violencia y abuso sexual (Instituto de Medicina Legal). Formación en humanización en los servicios de salud (SENA).

Laura Carolina Pabón Sandoval

📧 <https://orcid.org/0000-0002-1772-9952>

✉ laura.pabon00@usc.edu.co

Fisioterapeuta (Universidad Santiago de Cali). Diplomada en Neurorrehabilitación, Rehabilitación Deportiva (ES- Educación en Salud). Fisioterapeuta de la Liga Huilense de Deportistas con Parálisis Cerebral (LIHUILDE-PC). Fisioterapeuta de la Liga Huilense de Boccia. Certificación en Deporte Para Personas en Situación de Discapacidad de Tipo Parálisis Cerebral Boccia, Fútbol 7 P.C., Para-atletismo, Para-natación (Liga Huilense de Deportistas con Parálisis Cerebral – LIHUILDE PC).

Oscar Mario Tamayo Buitrago

© <https://orcid.org/0000-0001-6108-8868>

✉ oscar.tamayo00@usc.edu.co

Licenciado en Bioquímica (Universidad Santiago de Cali). Magíster en Morfología (Universidad del Valle). Entrenamiento en inmunohistoquímica (Laboratorio Sasakawa -Morfología Universidad del Valle). Entrenamiento en Hibridación in situ (Universidad de Kagoshima –Japón). Docente universitario (Universidad Santiago de Cali).

Pilar del Carmen Bonilla Valencia

© <https://orcid.org/0000-0002-5436-1894>

✉ pilar.bonilla@correounivalle.edu.co

Psicóloga (Universidad del Valle). Profesional en recreación (Universidad del Valle). Magíster en Psicología (Universidad Del Valle). Estudios de Doctorado en Psicología (Universidad del Valle). Asistente de docencia en el Instituto de Psicología (Universidad del Valle). Participante del grupo de investigación Lenguaje, Cognición y Educación (Universidad del Valle).

Sandra Jenny Otálvaro Garcés

© <https://orcid.org/0000-0003-3856-7996>

✉ sajeotal34@hotmail.com

Licenciada en Humanidades (Pontificia Universidad Javeriana). Magíster en Tecnología Educativa e Innovación. (Tecnológico de Monterrey). Docente Universitaria Antonio José Camacho. Instructora pedagógica en Santiago de Cali, Colombia.

Sirsa Aleyda Hidalgo Ibarra

© <https://orcid.org/0000-0001-7213-2510>

✉ sirna.hidalgo00@usc.edu.co

Bióloga (Universidad del Valle). Especialista en Docencia Universitaria (Universidad Santiago de Cali). Magíster en Ciencias Biomédicas (Universidad del Valle). Docente universitaria, Universidad Santiago de Cali.

Soraya Pardo Jaramillo

🆔 <https://orcid.org/0000-0001-5910-5235>

✉ sorayapardojaramillo@gmail.com

Licenciada en Educación Preescolar (Universidad San Buenaventura, Cali). Magíster en Educación con Especialidad en Educación Superior (Universidad Internacional Iberoamericana UNINI, Puerto Rico). Directora Jardín Infantil Santiaguitos (Universidad Santiago de Cali).

PARES EVALUADORES

WILLIAM FREDY PALTA VELASCO

<https://orcid.org/0000-0003-1888-0416>

Investigador Junior (IJ)

Universidad de San Buenaventura- Cali

VIVIANA TAYLOR OROZCO

<https://orcid.org/0000-0002-5369-3942>

Investigador Asociado (I)

Fundación Universitaria María Cano. Sede Cali

RICARDO ANTONIO TORRES PALMA

<https://orcid.org/0000-0003-4583-9849>

Investigador Senior (IS)

Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia

LUCELY OBANDO CABEZAS

<https://orcid.org/0000-0002-8770-2966>

Investigador Junior (IJ)

Universidad Libre

KEVIN ALEXIS GARCÍA

<https://orcid.org/0000-0002-8412-9156>

Investigador Asociado (I)

Universidad del Valle

CLARA VIVIANA BANGUERO CAMACHO

<https://orcid.org/0000-0002-4518-6799>

Investigador Junior (IJ)

Universidad Libre

CAROLINA SANDOVAL CUELLAR

<https://orcid.org/0000-0003-1576-4380>

Investigador Senior (IS)

Universidad de Boyacá

PARES EVALUADORES

ARSENIO HIDALGO TROYA

<https://orcid.org/0000-0002-6393-8085>

Investigador Asociado (I)

Universidad de Nariño

ANA ISABEL GARCÍA MUÑOZ

<https://orcid.org/0000-0003-4455-4534>

Investigador Junior (I)

Fundación Universitaria del Área Andina

CLARA MERCEDES BLANCO OSPINA

<https://orcid.org/0000-0002-8640-8175>

Unicatólica

LUIS ALFREDO GONZALEZ MONROY

<https://orcid.org/0000-0001-7249-4677>

Investigador Junior (I)

Universidad del Magdalena

MARCO ANTONIO CHAVES GARCÍA

<https://orcid.org/0000-0001-7226-4767>

Fundación Universitaria María Cano - Sede Medellín

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores observados para los puntajes de creatividad narrativa, gráfica y general y puntajes mínimos y máximos utilizados para estandarizar la escala de creatividad.....	339
Tabla 2. Descripción de los juegos del programa y de la variante cognitiva acoplada.....	340
Tabla 3. Niveles y puntajes de desempeño del grupo experimental en las ocho sesiones.....	342
Tabla 4. Niveles promedio (medianas) de creatividad antes y después de la intervención en los dos grupos de estudio.....	345
Tabla 5. Medianas y rangos para los puntajes obtenidos en las diferentes componentes de la creatividad.....	347
Tabla 6. Comparativo del desempeño en la elaboración de historias (DEH) entre la sesión No 1 y la sesión No 8.....	348
Tabla 7. Tipos de intervención realizada por los niños/mediadores frente a las historias elaboradas por el niño/protagonista.....	350

INDEX OF TABLES

Table 1. Observed values for narrative, graphic and general creativity scores and minimum and maximum scores used to standardize the creativity scale	339
Table 2. Description of the program games and the coupled cognitive variant	340
Table 3. Performance levels and scores of the experimental group in the eight sessions	342
Table 4. Average (median) levels of creativity before and after the intervention in the two study groups	345
Table 5. Medians and ranges for the scores obtained in the different components of creativity	347
Table 6. Comparison of the performance in the elaboration of stories (DEH) between session No. 1 and session No. 8	348
Table 7. Types of intervention carried out by the children / mediators in the face of the stories elaborated by the child / protagonist	350

Distribución y Comercialización /
Distribution and Marketing
Universidad Santiago de Cali
Publicaciones / Editorial USC
Bloque 7 - Piso 5
Calle 5 No. 62 - 00
Tel: (57+) (2+) 518 3000
Ext. 323 - 324 - 414
✉ editor@usc.edu.co
✉ publica@usc.edu.co
Cali, Valle del Cauca
Colombia

Diseño de portada y contraportada / Book cover designer:
Carlos Alfredo Guinand Galvis

Diagramación / Design & Layout by:
Diana María Mosquera Taramuel
diditaramuel@hotmail.com
diagramacioneditorialusc@usc.edu.co
Cel. 3217563893

Este libro fue diagramado utilizando fuentes tipográficas Minion Pro en sus respectivas variaciones a 12 puntos en el contenido y títulos, para los capitulares Trajan Pro a 33 puntos.

Impreso en el mes de junio de 2021,
se imprimieron 100 ejemplares en los
Talleres de SAMAVA EDICIONES E.U.
Popayán - Colombia
Tel: (57+) (2) 8235737
2020

Fue publicado por la
Facultad de Salud
Universidad Santiago de Cali.