

— CIENCIAS NATURALES Y APLICADAS —

ISSN 2519-5107

Revista de investigación

P E S Q U I S A S

VOL.1, NO.3



P E S Q U I S A S

Revista de investigación

Director

David Álvarez Martín

Editora

Alejandra Valerio Matos

Comité Editorial

Laura Suazo

Carmen Pérez Valerio

Diagramación y Diseño

Ivana Rodríguez Duluc

Corrección de estilo

Gonzalo Martín De Marcos

Comité Científico

Omar Salvador Arias

Doctor en Economía por la Universidad Urbana-Champaign
(EE. UU)

Enmanuel Cedeño Brea

Doctor en Derecho y Economía por las Universidades de
Bologna (Italia), de Hamburgo (Alemania) y la Erasmus
University Rotterdam (Países Bajos).

Carolina Armenteros Muñoz

Doctora en Historia por la Universidad de Cambridge
(Inglaterra)

Ligia Contreras de Simonovis

Doctora en Educación por la Universidad Interamericana de
Educación a Distancia de Panamá. (Panamá)

Alina Josefita Bello Dotel.

Doctora en Filosofía por la Universidad Complutense de
Madrid. (España)

Félix Contreras Mejuto

Doctor en Medicina por la Universidad de Navarra. (España)

Silvia Calo

Doctora en Biología por la Universidad de Murcia (España)

Flavio Darío Espinal

Doctor en Gobierno y Derecho Público por la Universidad de
Virginia. (EE. UU)

Ramonina Brea Del Castillo

Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Panteón-
Sorbona (Francia)

Julio O. De Castro

Doctor en Administración de Negocios por la Universidad de
Carolina del Sur. (EE. UU)

Angela Federica Castro

Doctora en Enseñanza de Inglés a Hablantes de Otras
lenguas (EdD TESOL) por la Universidad de Exeter
(Inglaterra).

Ramón Alfredo De la Cruz Baldera

Doctor en Teología por la Universidad Rheinische Friedrich-
Wilhelms. (Alemania)

Sergio De la Cruz De los Santos.

Doctor en Educación por la Universidad de Murcia.
(España)

Zoilo Emilio Garcia Batista

Doctor en Cognición, Emoción y Estrés por la Universidad
Complutense Madrid (España)

Plácido F. Gómez Ramírez

Doctor en Educación Científica por la Universidad de
Puerto Rico (Puerto Rico)

Víctor Gómez-Valenzuela

Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad
Autónoma de Madrid/Universidad Complutense de Madrid/
Universidad Politécnica de Madrid (España)

Rolando M. Guzmán

Doctor en Economía por la Universidad de Illinois en
Urbana-Champaign (EE. UU.)

Fernando Ferrán Bru

Doctor en Filosofía por la Universidad Católica de Lovaina.
(Bélgica)

Emilio García García

Doctor en Filosofía y Letras por la Universidad Complutense
de Madrid. (España)

Zaira González-Sánchez

Doctora en Bioquímica y Biología Molecular por la
Universidad de Córdoba. (España)

Pável Isa Contreras

Doctor en Economía por la Universidad de Massachusetts.
(EE. UU)

Carmina Labrador Herraiz

Doctora en Filosofía y Letras por la Universidad
Complutense de Madrid. (España)

Jesús Losada Vaquero.

Doctor en Filología Moderna por la Universidad de
Salamanca (España)

Rita de Cássia Marques Lima de Castro

Doctora en Ciencias por la Universidad de Sao Paulo.
(Brasil)

Manuel Maceiras Fafian

Doctor en Filosofía y Letras por la Universidad Complutense
de Madrid. (España)

Gonzalo Martín de Marcos

Doctor en Literatura Española por la Universidad del Estado
de Arizona. (EE. UU)

Fausto Ramón Mejía Vallejo.

Doctor en Teología por la Pontificia Universidad Lateranen-
se. (Italia)

Luís Méndez Francisco

Doctor en Filosofía y Letras por la Universidad Complutense
de Madrid. (España)

Mar Pacheco-Herrero

Doctora en Medicina y Cirugía por la Universidad de Cádiz.
(España)

Pascal Peña Pérez

Doctor en Derecho Internacional y Relaciones Internaciona-
les por la Universidad Complutense de Madrid (España)

Nassef Perdomo Cordero

Doctor en Derecho Constitucional por la Universidad Rey
Carlos III. (España)

Cayetano Adán Pérez Roblero

Doctor en Estudios Regionales por la Universidad Autóno-
ma de Chiapas. (México)

Leonardo Perozo
Doctor en Ciencias Económicas y Políticas por la Universidad de Bologna (Italia)

Fabrice Piazza
Doctor en Física por la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo (Francia)

Bolívar Reyes Jáquez
Doctor en Psicología por la Universidad de Texas en Austin. (EE. UU)

Jorge Rodríguez Beruff
Doctor en Ciencias Políticas por la Universidad de York. (Inglaterra)

Enrique Sánchez Costa
Doctor en Humanidades por la Universidad Pompeu Fabra. (España)

Mukien Adriana Sang Ben
Doctora en Historia y Civilización por la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales de París. (Francia)

Pedro Silverio Álvarez
Doctor en Economía por la Universidad de Fordham. (EE. UU)

Gretel Silvestre Rojas
Doctora en Psicología por la Universidad de Salamanca (España)

Jairo Simonovis Rojas.
Doctor en Educación por la Universidad Interamericana de Educación a Distancia de Panamá. (Panamá)

Francesc Torralba Roselló.
Doctor en Filosofía por la Universidad de Barcelona. (España)

Roberto Valdés Valle
Doctor en Filosofía Iberoamericana por la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (El Salvador)

Arturo Victoriano Martínez.
Doctor en Literatura Hispanoamericana por la Universidad de Toronto. (Canadá)

Índice

– – – – Neurociencia y Ética: La Neuroética.

Emilio García García.....10

Hacia la construcción de un corpus etiquetado gramaticalmente para
Procesamiento del Lenguaje Natural en el Español Dominicano.

**Lisibonny Beato-Castro, Máximo Pérez Medrano, César Méndez Vargas,
Eva Concepción Abreu.....30**

Sistema Acuapónico Doméstico: Viabilidad económica
y evaluación de cultivos.

Isabela Pichardo Velázquez, Arisaura Salcedo Pérez.....46

Evaluación del Estado Nutricional y factores relacionados
en adultos mayores de 60 años institucionalizados.

– – – – **Carolina Guzmán, Karina Delmonte, Fabiola Rodríguez,
Zahira Quiñones, Nelson Martínez, Carolina Castellanos.....58**

Editorial

Con este tercer número de Pesquisas completamos el primer ciclo anual de esta publicación digital de la PUCMM. Está dedicado a las Ciencias Naturales e Ingenierías. Usualmente cuando el público en general oye la palabra ciencia la asocia a estas disciplinas y esto es un error. La ciencia es la forma más desarrollada del pensamiento racional en todos campos del conocimiento. Con diferentes metodologías el conocimiento científico se expresa en matemáticas, filosofía, humanidades, historia, ciencias sociales en general, pensamiento jurídico, negocios y economía, y por supuesto las ciencias básicas y las ingenierías. En algunos casos se requieren evidencias empíricas, en otras consistencia argumental y hermenéutica o probabilidad estadística, pero siempre en el contexto de un pensar racional riguroso y abierto a la refutación por otros investigadores.

Las ciencias naturales y las ingenierías son áreas claves para el desarrollo de cualquier sociedad. Demandan una gran inversión en laboratorios y la formación de investigadores en las universidades del mayor prestigio a nivel mundial para que ellos puedan ubicarse en las fronteras de la investigación actual. Además, es obligatorio el acceso a las revistas de mayor nivel, tanto para poder mantenerse actualizado en los temas que le ocupan, como para publicar en las mismas. Para poder financiar investigación de alto nivel en ciencias naturales e ingeniería se requiere una participación generosa entre empresas, gobierno y universidades. Además, modelos flexibles de movilidad entre investigadores extranjeros que vengan a residir en el país en proyectos conjuntos con investigadores dominicanos y que los propios puedan pasar temporadas en universidades y centros de investigación extranjeros. No es posible hacer ciencia de ese nivel sin una cooperación entre instituciones e investigadores.

Nuestra Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) ha logrado la primera patente internacional de universidad alguna en República Dominicana, en el campo concreto de la Nanotecnología, gracias a 1) un serio compromiso en la contratación de investigadores de alto nivel, dominicanos y extranjeros, 2) la inversión en laboratorios avanzados, con la colaboración del gobierno dominicano, específicamente el MESCYT y su proyecto FONDOCYT, y 3) la creación en el 2007 de una Vicerrectoría de Investigación e Innovación que ha estimulado y organizado en diversos niveles los espacios y recursos de investigación en toda la universidad.

Al publicar este tercer número y completar el primer ciclo anual de nuestra revista digital Pesquisas, la PUCMM muestra en varios de los textos contenidos en este primer año las capacidades de producción científica de los investigadores y profesores de nuestra universidad, además de alojar trabajos de alto valor de investigadores y profesores de otras universidades. Seguimos abiertos a recibir colaboraciones para los siguientes números siguiendo los procedimientos editoriales establecidos. No existe ciencia si no es publicada y expuesta al escrutinio de los pares.

David Álvarez Martín
Director

Neurociencia y Ética: La Neuroética

Neuroscience and Ethics: Neuroethics

Emilio García García¹

<https://doi.org/10.29197/pqs.n3.2017.01>

Resumen:

En el trabajo se expone la relación entre Neurociencia y Ética. Este campo de investigación se ha denominado Neuroética. El cerebro es base de los procesos mentales y comportamientos, por tanto, también de las creencias, juicios y conductas morales. La Neurociencia investiga la estructura y organización funcional del cerebro. Analizamos la Neuroética en su doble dimensión: Ética de la neurociencia, que se ocupa de los problemas éticos, sociales y legales, asociados a la investigación y aplicaciones de la Neurociencia. Neurociencia de la ética, que se propone investigar los sistemas neurales que están a la base de las intuiciones, juicios y comportamientos morales, y estudia los procesos mentales superiores como autoconciencia, libertad, responsabilidad. Presentamos y valoramos recientes investigaciones en Neuroética.

Palabras claves:

Neurociencia, Ética, Neurociencia de la Ética, Ética de la Neurociencia.

Abstract:

We study the relation between Neuroscience and Ethic. This field of investigation has been called Neuroethic. Neuroscience investigates the structure and the functional organization of the nervous system, particularly the brain. The brain is the base of the mental processes and the behaviours, therefore it is the base of the believes and the moral conducts/behaviours. We analyse Neuroscience in its double dimensions: Ethic of Neuroscience, which deals with ethical, social and legal problems, all of them related to the investigations and applications of Neuroscience. Neuroscience of Ethic, which intends to investigate the neuronal systems which are in the base of the intuitions, judgments and moral behaviours and which studies the superior mental processes as autoconscience, freedom and responsibility. We show and we value the current investigations in Neuroethic.

Keywords:

Neuroscience, Ethic, Ethic of Neuroscience, Neuroscience of Ethic.

¹ Departamento de Psicología Básica II. Procesos Cognitivos. Universidad Complutense. Madrid. España

La última década del siglo XX fue declarada la década del cerebro. Desde entonces los avances en el conocimiento han sido espectaculares. Las investigaciones sobre cerebro-mente-comportamiento están ofreciendo aportaciones del máximo interés en diversos campos, como la salud y la educación, pero además están cuestionando las visiones que tenemos de nosotros mismos. La neurociencia nos proporciona una oportunidad nueva para comprender la estructura y funciones del yo, no sólo observando la conducta desde el exterior, sino también gracias al estudio del funcionamiento interno del cerebro. Por primera vez en la historia, nuestra especie tiene la posibilidad de mirar hacia atrás y a sí misma, de entender sus orígenes y también establecer quién es el agente consciente y libre encargado de entender (Changeux, 2010; Ramachandran, 2012).

Se habla de una nueva revolución copernicana que estaríamos viviendo, caracterizada por el prefijo "Neuro". Así, en el campo biomédico: neurobiología, neuroanatomía, neurología, neurofisiología, neuropsicología, neuropsiquiatría, neurofarmacología, neurolingüística. En las ciencias sociales, neuroderecho, neuropolítica, neurocriminología, neuroeconomía, neurosociología, neuromarketing, neuropedagogía, neurodidáctica, neuroeducación, neurocultura. En la filosofía y las humanidades, neurofilosofía, neuroepistemología, neuroética, neuroética, neuroteología, neurorreligión, neurofenomenología, neurodeterminismo, neurorrealismo, neuroesencialismo, neuroexistencialismo. Si el cerebro es la base de los procesos mentales y las actividades humanas, no resulta extraño que, en las diversas ciencias de la vida, de la sociedad, y también las humanidades, la perspectiva de

"El término de neurociencia es relativamente reciente. La Society for Neuroscience, la asociación pionera y más representativa de neurocientíficos se fundó en 1969"

la neurociencia sea omnipresente y surjan nuevos campos de estudio como la Neuroética (Mora, 2007; Cortina, 2011, 2012; Illes, 2009, 2017).

Neurociencia

El término de neurociencia es relativamente reciente. La Society for Neuroscience, la asociación pionera y más representativa de neurocientíficos se fundó en 1969. Tiene como objetivos: avanzar en la comprensión del cerebro y el sistema nervioso; proporcionar actividades de desarrollo profesional, información y recursos educativos; promover la información y educación del público sobre la ciencia y la neurociencia; informar a los legisladores y otros responsables políticos acerca de las implicaciones de la investigación para las políticas públicas, beneficios para la sociedad, y el continuo progreso científico.

Los científicos dedicados al estudio del sistema nervioso procedían de disciplinas distintas como matemáticas, física, química, biología, medicina, psicología. La revolución de la neurociencia surgió cuando estos científicos constataron que los mejores

planteamientos para comprender la estructura y el funcionamiento del cerebro eran los enfoques interdisciplinarios, procurando nuevas perspectivas, metodologías y síntesis teóricas. El campo de la neurociencia es muy amplio y comprende diversas especialidades, si bien todas tienen un enfoque y objetivo común, la investigación del sistema nervioso.

En la neurociencia se distinguen varios niveles de análisis, que en orden ascendente de complejidad comprenden: el nivel molecular, celular,

de sistemas, conductual y mental. La neurociencia molecular estudia la complejidad molecular del sistema nervioso y las diversas moléculas que lo componen y desempeñan distintas funciones en el cerebro, particularmente los neurotransmisores. La neurociencia celular presta atención al estudio de cómo todas estas moléculas trabajan juntas, suministrando a las neuronas sus propiedades especiales. Cuestiones planteadas a este nivel son: los tipos diferentes de neuronas y sus funciones, los procesos de neurogénesis y sinaptogénesis. La neurociencia de sistemas estudia los circuitos y redes neuronales complejos que llevan a cabo una función común, por ejemplo, visión, movimiento, lenguaje. Por esta razón podemos hablar del sistema visual, sistema motor, sistema autónomo, sistema emocional. La neurociencia conductual estudia los diversos sistemas neurales que, funcionando juntos, producen conductas, como los diferentes sistemas de memoria y los trastornos amnésicos, la actividad lingüística y las afasias, el sueño y sus alteraciones. La neurociencia cognitiva investiga los mecanismos y procesos neuronales que están a la base de los niveles superiores de la actividad mental humana, como son la conciencia de sí mismo, el lenguaje, la imaginación, la creatividad, el sentido estético, la libertad, el comportamiento moral (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000; Kolb & Whishaw, 2006; Enriquez, 2014; Siegel & Sapru, 2015; Bear, Connors & Paradiso, 2016; Purves et al., 2016).

Desde la neurociencia se interpreta la conciencia como una conquista evolutiva de la interacción entre genes, cerebro y cultura, que cada ser humano consigue en su desarrollo personal y proceso de socialización. Consideramos el comportamiento moral como un fenómeno natural, arraigado en la neurobiología, generado en el proceso evolutivo de los sistemas nerviosos, modificado por los avances culturales, y dependiente

de las experiencias y aprendizajes personales. Una de las lecciones que la neurociencia nos enseña es que el cerebro necesita creer. Estamos conformados para elaborar creencias. Elaboramos creencias basadas en las influencias culturales de nuestro entorno, lo que nos enseñan nuestros coetáneos y nos han transmitido nuestros antepasados, los códigos sociales y morales (Gazzaniga, 2006, 2010; Churchland, 2011).

El cerebro humano ha desarrollado unas capacidades cognitivas, emocionales, lingüísticas y sociales singulares, que le han permitido la interacción social, la creación y transmisión de la cultura y el desarrollo personal. La capacidad de empatía, cooperación y altruismo, la capacidad de atribuir mente a los demás, de interpretar y predecir la conducta de los otros, y colaborar para lograr objetivos compartidos (también engañar), posibilitan el desarrollo personal y la evolución sociocultural. A su vez, las conquistas culturales, artefactos, símbolos, tradiciones, instituciones y normas, constituyen el medio natural para el desarrollo de cada persona.

El cerebro-mente es resultado de un largo y complejo proceso evolutivo, en el que cabe diferenciar tres perspectivas: filogenética, sociogenética y ontogenética. En la perspectiva filogenética, de millones de años, surgió una capacidad cognitiva exclusiva de la especie humana: la capacidad del individuo para identificarse con los otros miembros de su especie, que le permite comprender a los demás como agentes intencionales y mentales, como individuos que tienen intenciones y metas y actúan movidos por ellas. La capacidad de atribuir estados mentales a los otros y reconocer las peculiaridades de los estados mentales propios, permite planificar y valorar las consecuencias de las acciones con respecto al otro, de manera más o menos acorde con las normas morales interna-

lizadas. Esta capacidad mentalista posibilita la intersubjetividad, el comportamiento social y moral (García, 2010, 2014; Decety & Cowell, 2014).

Esta nueva capacidad de ver y comprender a otras personas cambió radicalmente el proceso de evolución cognitiva, y la naturaleza de las interacciones sociales, dando lugar a una forma singular de evolución cultural. La nueva capacidad cognitiva-social posibilitó la generación y transmisión de la cultura, herramientas, símbolos, tradiciones e instituciones, incluidos los códigos normativos morales, en un continuado proceso de innovaciones, mejoras y progreso humano. Es el llamado “efecto trinquete” o “bola de nieve”. Los seres humanos han generado una dinámica de normas sociales para lograr objetivos y resolver los problemas de vivir en sociedad (Mithen, 1998; Tomasello, 2007).

En el cerebro de los mamíferos se fueron conformando estructuras neurales y procesos bioquímicos que aseguran la supervivencia del individuo y de la especie, el cuidado y protección de las crías, la cooperación y colaboración en el grupo, y en los primates superiores y los humanos, la empatía, el altruismo, la reciprocidad, la confianza, la atribución de mente a los demás. Los humanos se preocupan por su propia supervivencia, pero además por el bienestar de los que les rodean, primero sus descendientes, parejas, familia, y el cuidado se va ampliando a círculos cada vez más amplios (De Waal, 2007). La separación y la exclusión del grupo genera emociones negativas de malestar y dolor, mientras que la compañía de los próximos y queridos causa placer. Respondiendo a estas emociones más básicas de placer y dolor, los cerebros van conformando sus circuitos y redes neurales que permiten comportamientos sociales y morales, según los códigos normativos de una cultura determinada. El comportamiento social y moral

tiene bases genéticas, conseguidas en la evolución de las especies, y también condicionantes culturales.

En el contexto sociocultural cada persona tiene que asimilar los conocimientos, las prácticas y estrategias para resolver los problemas de vivir en sociedad, mediante la imitación, los procesos de aprendizaje, y particularmente el lenguaje. Los humanos tenemos incorporados genéticamente los mecanismos más básicos para mantener la vida y dejar descendencia, y somos capaces de hacer todo para lograrlo, pero también tenemos capacidad para elaborar proyectos, metas, teorías y creencias, que trascienden los imperativos genéticos. Las capacidades para dedicar nuestras vidas a algo que consideramos más valioso que nuestro propio bienestar personal, es rasgo distintivo de nuestra especie, que nos diferencia del resto. Estas capacidades del homo sapiens le permiten elaborar las perspectivas, teorías y creencias sobre sus propias vidas. En este marco se sitúan los códigos morales.

El cerebro humano es resultado de un proceso evolutivo de quinientos millones de años. Diferentes y sucesivas estructuras se van conformando en esa filogénesis. MacLean (1990) habló de un cerebro trino: un cerebro de reptil, de mamífero y el córtex humano. Cada uno es conquista de una etapa evolutiva hacia mayores grados de autonomía y eficacia adaptativa. La capa más antigua recoge nuestro pasado, cerebro reptiliano, en las estructuras de nuestro tronco encefálico, posibilitando los comportamientos básicos para mantener la vida. En una fase más avanzada, los mamíferos desarrollaron estructuras encargadas de las conductas de cuidado y protección de la prole, lucha-escape, búsqueda de placer y evitación de dolor, el sistema límbico. Posteriormente aparece el tercer nivel de estructuras, el neocórtex, que

proporciona la base de los procesos superiores cognitivos, emocionales y lingüísticos. Se podría añadir un cuarto cerebro, el cerebro ejecutivo, del que nos habla Goldberg (2002) o el cerebro ético de Gazzaniga (2006).

En este largo proceso filogenético, el cerebro-mente ha conquistado unas capacidades esenciales, como la capacidad para atribuir mente a los demás. Ver a los otros como agentes intencionales y mentales, que tienen pensamientos y sentimientos, y se comportan en función sus procesos mentales. Estas capacidades para ponernos en el lugar de otro, comprender sus intenciones y sentir sus emociones resultan críticas para la interacción social, generar y transmitir la cultura. El descubrimiento de las “neuronas espejo” ha proporcionado las bases neurales para tales capacidades.

Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando observa una acción similar realizada por otro individuo. No necesitamos realizar razonamientos lógicos para comprender la mente de los otros; las neuronas espejo nos permiten comprender las intenciones, sentimientos y comportamientos de otras personas con sólo observar sus acciones. En los comienzos de la década de 1990, un equipo de neurobiólogos italianos, dirigidos por G. Rizzolatti, de la universidad de Parma, se encontró con unos datos inesperados en el transcurso de la investigación con monos macacos. Tenían microelectrodos implantados en la corteza premotora del cerebro, para registrar la actividad eléctrica de las neuronas, cuando los monos mostraban ciertos comportamientos, como agarrar un palo o comer una uva. En el córtex promotor es sabido que se planean e inician los movimientos. En determinada ocasión sucedió algo desconcertante, al activarse

de pronto el aparato de registro sin que el mono realizase ninguna actividad. El efecto se pudo repetir a voluntad, comprobándose el mismo resultado inesperado. Las neuronas se activaban sin que el mono moviera un solo dedo. Bastaba con que viera que otro realizaba tal acción. Los científicos italianos habían identificado un tipo de neuronas desconocidas hasta ese momento, las denominaron neuronas espejo (Rizzolatti, 2005; Rizzolatti & Singaglia, 2006).

Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención-emoción. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca, activa las mismas regiones específicas de la corteza motora, como si el observador estuviera realizando esos mismos movimientos. Pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el cerebro del observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución-percepción de las intenciones y emociones de los otros.

Cuando una persona realiza acciones en contextos significativos, tales acciones van acompañadas de la captación de las propias intenciones que motivan a hacerlas. Se conforman sistemas neuronales que articulan la propia acción asociada a la intención o propósito que la activa. La intención queda vinculada a acciones específicas que le dan expresión, y cada acción evoca las intenciones asociadas. Formadas estas asambleas neuronales de acción-ejecución-intención en un sujeto, cuando ve a otro realizar una acción, se provoca en el cerebro del observador la acción equivalente, evocando a su vez la intención con ella asociada. El sujeto, así, puede atribuir a otro la intención que tendría tal acción si la realizase él mismo. Se entiende que la lectura que alguien hace de las intenciones del otro es, en gran me-

didada, atribución desde las propias intenciones. Cuando se ve a alguien realizando una acción automáticamente se simula la acción en su cerebro. Si uno entiende la acción de otra persona es porque tiene en su cerebro una copia para esa acción, basada en sus propias experiencias.

La publicación de estos resultados desató un entusiasmo desbordante, no exento de polémica entre los especialistas. Ramachandran llegó a profetizar que tal descubrimiento de neuronas especulares, estaba llamado a desempeñar en psicología un papel semejante al que había tenido en biología la decodificación de la estructura del ADN. Por primera vez se había encontrado una conexión directa entre percepción y acción, que permitía explicar muchos fenómenos en polémica, particularmente la empatía y la intersubjetividad. Las neuronas especulares posibilitan al hombre comprender las intenciones de otras personas y también compartir sus emociones. Le permite ponerse en lugar de otros, leer sus pensamientos, sentimientos y deseos, lo que resulta fundamental en la interacción social y comportamiento moral. La comprensión interpersonal se basa en que captamos las intenciones y motivos de los comportamientos de los demás. Para lograrlo los circuitos neuronales simulan subliminalmente las acciones que observamos, lo que nos permite identificarnos con los otros, de modo que actor y observador se haya en estados neuronales muy semejantes. Somos criaturas sociales y nuestra supervivencia depende de entender las intenciones y emociones que traducen las conductas manifiestas de los demás. Las neuronas espejo permiten entender la mente de nuestros semejantes, y no a través de razonamiento conceptual, sino directamente, sintiendo y no pensando (García, 2011, 2014).

La capacidad para inferir los estados mentales de otros, sus pensamientos y sentimientos, es con-

dición necesaria para la experiencia moral, por cuanto identifica en el otro el daño y sufrimiento provocado por la propia acción, o bien la satisfacción ante el acto realizado y el deber cumplido. El estudio de pacientes con lesiones cerebrales y la investigación con tecnologías de neuroimagen constatan un solapamiento de las áreas implicadas en la atribución de mente a los demás, y en los juicios morales, como veremos seguidamente.

Ética de la Neurociencia

Las relaciones entre la ética y la neurociencia han conformado un vasto y complejo campo de estudio de carácter interdisciplinario denominado “Neuroética”. La Conferencia mundial sobre Neuroética, patrocinada por la Fundación Dana, celebrada en San Francisco, en mayo de 2002, convocó a neurocientíficos, médicos, expertos en técnicas de neuroimagen, derecho y humanidades, responsables políticos y representantes de medios. En esta conferencia toma carta de naturaleza la neuroética entendida en su doble acepción, como la “ética de la neurociencia” que se ocupa de los problemas éticos, sociales y legales, asociados al desarrollo de la investigación en neurociencia y sus aplicaciones. La otra acepción es la “neurociencia de la ética” que se propone investigar los sistemas neurales que están a la base de las intuiciones, juicios y comportamientos morales y dan cuenta de la conciencia, autoconciencia, libertad, responsabilidad, mente social, emociones, empatía (Markus, 2002; Roskies, 2002).

La neurociencia de la ética se puede considerar como neuroética básica: pretende comprender quienes somos, cómo pensamos y sentimos, qué nos motiva, por qué hacemos y reaccionamos, por qué desarrollamos las estructuras sociales y culturales. La ética de la neurociencia es una neuroética aplicada: plantea analizar las implicaciones, opor-

tunidades y riesgos que conllevan las investigaciones en neurociencia, neuroimagen, neurofarmacología, mejoramiento cerebral, etc. Uno de los problemas nuevos de la ética contemporánea, es el establecer una sinergia entre las disposiciones neurales para la empatía, altruismo, cooperación, confianza, y las normas y códigos morales; entre la neurociencia y la ética; entre la teoría evolucionista, el progreso histórico-cultural y la socialización y desarrollo personal (Illes, 2006; Levy, 2007; Evers, 2010; Changeux, 2010; Decety & Wheatley, 2015).

En la Conferencia mundial sobre neuroética, de San Francisco, se caracterizó la ética de la neurociencia como el estudio de las cuestiones éticas, legales y sociales que surgen cuando los descubrimientos científicos acerca del cerebro se llevan a la práctica médica, las interpretaciones legales y las políticas sanitarias y sociales. Con otras palabras, trata de examinar lo correcto o incorrecto, bueno y malo, en el tratamiento del cerebro humano, en su perfeccionamiento, o en la indeseable invasión en el cerebro, o en su preocupante manipulación. Comprende dos subcampos: las cuestiones éticas relativas al diseño y realización de las investigaciones neurocientíficas; y la evaluación de las consecuencias éticas, legales y sociales derivadas de los estudios y sus aplicaciones prácticas. Se trata de una neuroética aplicada, estrechamente relacionada con las cuestiones éticas de la práctica biomédica, como la investigación y diseño de estudios clínicos, la privacidad de determinados resultados, el consentimiento informado del paciente para participar en la investigación. En la

publicación de los trabajos de la conferencia se identificaron cinco campos temáticos: el problema de la autoconciencia e identidad personal; las implicaciones sociales y legales; la investigación y aplicaciones en áreas como farmacología y clínica; la recepción pública de estas cuestiones; y el futuro de la nueva disciplina.

Generalmente se entiende que en ética importa especialmente establecer lo que no se debe hacer, y en este caso fijando los límites de la investigación neurocientífica y de las aplicaciones que se sigan. Pero es cuestión ética más interesante plantear los beneficios que se pueden derivar de la investigación en neurociencia, porque es una obligación moral beneficiar a la humanidad. El llamado “principio de beneficencia” impulsa gran cantidad de investigaciones y aplicaciones.

"Es cuestión ética más interesante plantear los beneficios que se pueden derivar de la investigación en neurociencia, porque es una obligación moral beneficiar a la humanidad."

No obstante, también es necesario poner límites cuando se presume que pueda darse algún daño, y por ello el “principio de no maleficencia” sigue muy vigente (Cortina, 2012).

La ética de la neurociencia se plantea cuestiones críticas como, dado el avance imparable de técnicas para la mejora del cerebro, ¿se debe establecer lo que se puede hacer y lo que no; se debe desarrollar fármacos para mejorar la memoria, la atención, o para evitar recuerdos dolorosos; es aceptable implantar microchips en el cerebro para optimizar el rendimiento académico; es aceptable la aplicación de técnicas de neuroimagen a sospechosos de participar en determinados actos criminales; la técnicas de neuroimagen pueden atentar contra el derecho a la intimidad; puede participar

en un ensayo clínico una persona con lesiones cerebrales que le impiden dar el consentimiento informado; pueden admitir los tribunales pruebas obtenidas con neuroimagen para inculpar o exculpar a los acusados; es legítimo servirse de las técnicas de neuroimagen en los servicios de seguridad nacional, hospitales, empresas? (Bonete, 2010; Savulescu, 2012).

Una cuestión de gran actualidad y relevancia hace referencia a lo que Gazzaniga denomina neuroética de la duración de la vida, y le dedica la primera parte del libro *El cerebro ético*, planteando el problema de la atribución de estatus moral a un embrión, y la problemática del envejecimiento cerebral. Uno de los problemas más debatidos en nuestro tiempo es cuándo debemos considerar que un embrión o un feto es ya un ser humano, y si es adecuado atribuir el mismo estatus moral a un blastocito, embrión, feto o recién nacido. Las implicaciones de las respuestas a estas cuestiones son de gran alcance, por ejemplo, en la cuestión del aborto, la fecundación in vitro, la clonación biomédica y la investigación con células madre.

El envejecimiento suscita también muchos asuntos neuroéticos espinosos. Uno de ellos es la preocupación por la investigación sobre el envejecimiento y la prolongación de la vida, concebida como una búsqueda de la inmortalidad y objetivo principal de la investigación. Puede que el miedo al envejecimiento sea una reacción natural, una manifestación del miedo a la mortalidad, pero la neurociencia sugiere otra perspectiva. En lo que respecta al cerebro, no echamos de menos lo que no tenemos. Quienes sufren demencia senil son en gran medida inconscientes de la pérdida de memoria. Aunque los pacientes no pasan por alto las primeras fases del deterioro de la memoria, tal conciencia desaparece a medida que avanza la enfermedad, hasta la pérdida de la cognición. Las

personas de su entorno sufren más, porque perciben la pérdida de aquel ser que conocieron en otro estado. Lo cierto es que el miedo que produce la observación de lo que sucede a los pacientes de demencia senil inspira el miedo al envejecimiento. Cuando es uno mismo el que vive ese proceso, el cerebro acusa los efectos y elimina la conciencia de muchas de las humillaciones, si bien no de todas. La demencia senil puede ser la consecuencia de que el cerebro vive durante un periodo de tiempo más largo que aquel para el que está diseñado (Gazzaniga, 2006).

Otra problemática de la ética de la neurociencia es la relacionada con el perfeccionamiento cerebral, por vía genética, entrenamiento cerebral o psicofármacos. A estas cuestiones dedica Gazzaniga la segunda parte de su libro. El perfeccionamiento del cerebro por vía genética plantea inquietantes interrogantes. La técnica de fecundación in vitro permite la selección de sexo y otros rasgos del hijo. Los padres pueden elegir uno u otro tipo de embrión, con la expectativa de que nazca el niño de sus sueños. ¿Se debe permitir que los padres diseñen a sus hijos a través de la ingeniería genética? La pregunta tiene otras implicaciones como: si es científicamente posible identificar y seleccionar los múltiples genes de la inteligencia; si los genes son factor determinante de la personalidad; si debemos dejar que en todo caso la naturaleza siga su curso o si debemos intervenir en determinados supuestos.

El entrenamiento y perfeccionamiento de las destrezas corporales o de las capacidades mentales se puede lograr a través del esfuerzo y la práctica, con o sin métodos artificiales de potenciación cerebral. Cuando se logra determinado objetivo a través del esfuerzo y la práctica, encomiamos el éxito personal. Pero cuando se recurre a las intervenciones farmacológicas nos resistimos a acep-

tarlo. Además, los sistemas de perfeccionamiento de las destrezas corporales presentan ciertas características diferenciales con respecto a las capacidades mentales. Parece admisible el tratamiento de las limitaciones de memoria e inteligencia, incluso la potenciación de la memoria normal. Pero cuestionamos las intervenciones mediante fármacos para lograr capacidades físicas superiores, como demuestran los controles antidopaje en las competiciones.

El perfeccionamiento del cerebro con la ayuda de fármacos plantea serios problemas. Muchos fármacos inteligentes se encuentran en fase de ensayos clínicos y próximos a su comercialización. Algunos fármacos, que ya están disponibles para los pacientes con déficits cognitivos, pueden incrementar también la inteligencia de la población sana. Ningún fármaco carece de efectos secundarios. La neurociencia no ha avanzado lo suficiente para actuar sólo sobre un concreto problema, y toda sustancia tiene sus costes y desventajas. El uso de fármacos u otras técnicas neurocientíficas conlleva preocupación por la seguridad y las consecuencias no deseadas. Además, existe preocupación por los impactos sociales que la mejora cerebral pudiera generar, afectando a nuestra forma de vivir, los valores y pautas de comportamiento, por ejemplo, nuevas formas de discriminación en el campo académico o profesional.

Los avances en la comprensión de la organización funcional del cerebro, los conocimientos sobre genética y neuroquímica están posibilitando valiosos estudios experimentales y ensayos clínicos con nuevos fármacos. Se conocen varios sistemas de potenciación cognitiva o fármacos inteligentes. Cada vez que un estudio muestra que un determinado agente químico puede producir un incremento de memoria en una población animal, sea la mosca o la rata, pueden suceder dos cosas:

si el fármaco no está en el mercado, aparece una empresa farmacéutica que crea un nuevo producto, explotando el hallazgo; si el fármaco ya existe para tratar una enfermedad conocida, como el Alzheimer o déficit de atención, aumenta repentinamente su uso en lo que no estaba prescrito. E. Kandel recibió el Premio Nóbel por su investigación sobre el aprendizaje y memoria en el caracol marino, la *aplysia*. Averiguó que el aprendizaje depende de los transmisores en las sinapsis y la activación de determinada proteína, la CREB. Se demostró que esta proteína era crítica para la formación de la memoria en otros animales, como mosca y ratones. Surgió en 1998 la empresa de Kandel, Memory Pharmaceuticals, con el objetivo de producción de fármacos para incrementar la CREB en la memoria humana, facilitando la memoria a largo plazo (Kandel, 2007).

El mundo de las drogas está experimentando alarmantes cambios. El Observatorio Europeo de las Drogas y Toxicomanías ha alertado de la profusión de sustancias sintéticas, producidas a gran escala en varios países, como China e India, que se distribuyen por todo el mundo, y especialmente Europa, a través de Internet. Cada semana aparece, al menos, una nueva en un país europeo. Mediante pequeñas alteraciones en sustancias ya conocidas y prohibidas, los traficantes mantienen sus propiedades estupefacientes, pero al tratarse de moléculas nuevas, el producto aún no está registrado en la lista de psicoactivos prohibidos, y pasa los controles con gran facilidad. Los recursos y laboratorios encargados de la detección y análisis de las sustancias van siempre por detrás de los fabricantes, y estos tienen un tiempo que aprovechan para la comercialización de lo que será prohibido posteriormente, en el mejor de los casos.

Otras técnicas para mejorar las funciones cerebrales son la estimulación magnética trans-

craneal y la estimulación cerebral profunda. La primera es una técnica no invasiva que estimula mediante campos magnéticos las redes neuronales de determinadas áreas cerebrales. Se han realizado estudios sobre el déficit de atención e hiperactividad, memoria, funciones ejecutivas, y se plantea la posibilidad de aplicar estas técnicas para optimizar capacidades en personas normales. La estimulación cerebral profunda es una técnica muy invasiva, pues consiste en introducir electrodos en el interior del cerebro, conectados a una batería o neuroestimulador, para activar determinadas redes neuronales responsables de procesos mentales alterados. Se están realizando estudios e intervención con personas afectadas de patologías diversas, como Parkinson o trastorno bipolar.

"Un campo de la ética de la neurociencia, especialmente sensible en la actualidad, hace referencia al derecho a la intimidad y privacidad de resultados de investigaciones con técnicas de neuroimagen."

Un campo de la ética de la neurociencia, especialmente sensible en la actualidad, hace referencia al derecho a la intimidad y privacidad de resultados de investigaciones con técnicas de neuroimagen. El requisito de consentimiento informado por parte del paciente para determinadas investigaciones o intervenciones se vuelve muy problemático en patologías mentales graves. Por otra parte, cabe la posibilidad de encontrar en el curso de los estudios, patologías cerebrales inesperadas en las que se cuestione la conveniencia de su información. La repercusión de ciertas informaciones sobre el estado cerebral-mental de las

personas en manos de empleadores, abogados, tribunales, compañías de seguros, podría ser una amenaza a los derechos de la persona.

Neurociencia de la Ética

Una segunda aproximación a la Neuroética es la Neurociencia de la ética. La investigación sobre las bases neurales del juicio y comportamiento moral se desarrolla en dos marcos teóricos-experimentales: uno, la neuropsicología especialmente clínica, que estudia los trastornos mentales y de conducta, como consecuencia de lesiones cerebrales; y otro, la neurociencia con las tecnologías de neuroimagen, que registran la activación neuronal, los cambios eléctricos y químicos en determinadas áreas cerebrales cuando realizamos procesos mentales. La autoconciencia, libertad, responsabilidad, culpabilidad, son procesos mentales complejos que están estrechamente relacionados con las denominadas funciones ejecutivas, entendidas como las capacidades mentales que son necesarias para vivir una vida personal, con autonomía intelectual y moral, capaz de plantearse metas y procurar llevarlas a cabo, de tener un comportamiento social adecuado y responsable. Las funciones ejecutivas dirigen bien las acciones, gestionando todos los recursos mentales, los procesos cognitivos y afectivos, para resolver problemas de vivir en comunidad y lograr una vida más feliz. De ahí que se haya caracterizado las funciones ejecutivas como sede de la moralidad y al cortex prefrontal como órgano de la civilización (Goldberg, 2002, 2009).

Luria caracterizó como funciones cognitivas de alto nivel o funciones corticales superiores a la atención sostenida, capacidad de iniciativa, formulación de metas, plan de acción y autocontrol de la conducta. Examinó los trastornos de estas funciones como consecuencia de patologías fron-

tales y dedicó especial atención a programas de rehabilitación. Los pacientes con afectación frontal presentan problemas en el establecimiento de objetivos y diseño de planes de acción, así como déficit en capacidad de iniciativa, motivación y compromiso con la acción. Son numerosos los estudios sobre los procesos cognitivos y emocionales relacionados con el lóbulo frontal, como la capacidad de planificar, modular e inhibir la actividad, monitorizar y supervisar las tareas, la flexibilidad cognitiva, el control atencional, la memoria de trabajo, la organización temporal de la conducta, la autoconciencia personal, la interacción social y el juicio moral (Luria, 1979, 1983).

La teoría de J. Fuster sobre el cortex frontal pone especial énfasis en la estructuración temporal de la conducta, que implica tres funciones básicas: la función retrospectiva de memoria, la prospectiva de planificación de la conducta, y la función de control e inhibición de las influencias, tanto internas como externas, que pueden interferir en las acciones. Fuster habla de las memorias ejecutivas como los planes de acción y estrategias para la solución de problemas que se elaboran en estas áreas prefrontales y allí quedan registradas. Los recuerdos ejecutivos están listos para ser utilizados en ocasiones similares de la vida, pero especialmente se activan con flexibilidad y creatividad, para afrontar nuevos y más complejos problemas. El cortex prefrontal posibilita nuevos enfoques analíticos, representaciones de pensamiento, esquemas y patrones de acción ante los problemas, y más aún plantea nuevos problemas, nuevas propuestas y proyectos, valorando las posibles consecuencias (Fuster, 1997, 2003, 2014).

Goldberg (2009) señala como funciones principales del cortex prefrontal el reconocimiento de patrones, el conocimiento preceptivo, las alternativas ejecutivas y la valoración de las mismas. La

capacidad para establecer relaciones temporales y causales es requisito para la comprensión de conceptos éticos y razonamiento moral. La capacidad para concebir consecuencias de actuaciones alternativas, así como de lamentarse o arrepentirse de actuaciones equivocadas es lo que se denomina argumento contrafáctico, y es importante en la toma de decisiones en cualquier ámbito y particularmente resulta crítico en la esfera moral.

La teoría del marcador somático de Damasio destaca la importancia del cortex prefrontal y el cerebro emocional para la adecuada toma de decisiones. Las funciones ejecutivas hacen referencia a un conjunto de sistemas implicados en la optimización de los procesos cognitivos y emocionales a fin de resolver problemas adecuadamente en situaciones complejas. Damasio ha estudiado pacientes con lesiones prefrontales, en los que constata profundas alteraciones de personalidad, y particularmente de juicio y comportamiento moral (Damasio, 1996, 2010).

Para Ramachandran, uno de los atributos del yo es la sensación de “estar al mando” de nuestras acciones, y de creer que habríamos podido actuar de otro modo si así lo hubiéramos decidido. Esto quizá pueda parecer una cuestión filosófica abstracta, pero desempeña un papel muy importante en la identidad personal, en el mundo social y en la justicia penal. Podemos considerar a alguien culpable sólo si: era capaz de concebir líneas de acción alternativas; era plenamente consciente de las consecuencias potenciales de sus acciones a corto y largo plazo; podría haber decidido no realizar la acción; y quería el resultado obtenido. La neurociencia va proporcionando datos de cómo funciona el autocontrol y el libre albedrío. Al menos dos regiones cerebrales están especialmente implicadas. La primera es la circunvolución supramarginal del hemisferio izquierdo del cerebro,

que nos permite concebir distintas alternativas de actuación. La segunda es la corteza cingulada anterior, que nos hace desear, y nos posibilita elegir una acción a partir de una jerarquía de valores establecidos en la corteza prefrontal (Greene, 2003; Ramachandran, 2008, 2012).

En el córtex prefrontal se distinguen tres grandes áreas anatomofuncionales: el cortex dorsolateral, orbitofrontal y frontomedial (Kolb & Whishaw, 2006; Junqué & Barroso, 2009). El córtex dorsolateral incluye las áreas 9, 10, 11, 12, 45, 46, 47. Está estrechamente relacionado con los procesos de planificación, memoria de trabajo, atención selectiva, fluidez verbal, solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, selección de estrategias, supervisión y control, autoconocimiento y cognición social. Lesiones en la región dorsolateral conllevan un cuadro clínico caracterizado como síndrome prefrontal dorsolateral que cursa con cambios depresivos, humor triste, indiferencia afectiva, acinesia, apatía y falta de iniciativa para la acción, desinterés por el mundo, por el pasado y por el futuro. El síndrome dorsolateral se ha conocido como síndrome pseudodepresivo porque produce un comportamiento, que simula el de un paciente severamente deprimido.

El córtex orbitofrontal se sitúa en la cara basal del lóbulo frontal e incluye las porciones inferiores de las áreas 11, 12 y 47 y también áreas 13 y 14. Se encuentra estrechamente relacionado con el sistema límbico, y su función principal es el procesamiento y regulación de emociones y estados afectivos, así como el control y regulación de la conducta. Se involucra especialmente en la toma de decisiones ante situaciones inciertas desempeñando un papel clave en la relevancia emocional

de las situaciones. El síndrome orbitofrontal se manifiesta en comportamientos desinhibidos y egocéntricos y en ocasiones maníacos y eufóricos. El paciente muestra un comportamiento hiperactivo pero improductivo. En ocasiones presentan hipersexualidad y bulimia. También pueden tener trastornos de olfato y de visión por lesiones en las vías correspondientes. El síndrome orbitofrontal supone, en muchos aspectos, contrapunto del sistema dorsolateral. El tono emocional inhibido oscila entre la euforia y la irritabilidad, con déficit en el control de los impulsos. De ahí que este síndrome se ha llamado también síndrome pseudopsicopático. Algunos pacientes llegan a comportamientos antisociales.

El córtex frontomedial, paralímbico o cingulado (áreas 11, 12, 24, 25, 32, 33) participa activamente en los procesos de inhibición, en la detección y solución de conflictos, y especialmente en la regulación y esfuerzo atencional. Además, está involucrado en la regulación de la agresividad y de los estados motivacionales. La corteza cingular anterior está estrechamente relacionada con el control del sistema autónomo. Las áreas anteriores de la corteza frontomedial están particularmente involucradas en los procesos de mentalización y empatía, que son esenciales para la moralidad. La lesión del córtex frontomedial se asocia a alteraciones de la atención y la toma de decisiones. Los pacientes con lesiones en esta área presentan déficit en respuesta emocional y no muestran reactividad a los estímulos emocionales (Fig. 1)

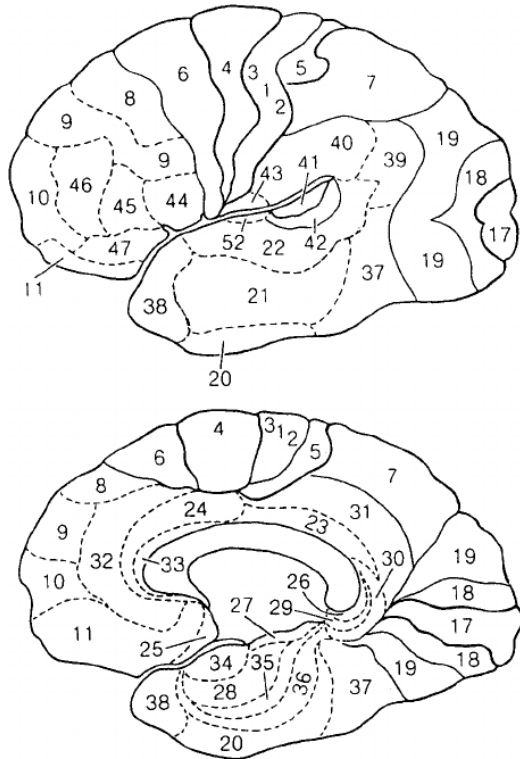


Fig. 1. Areas de Brodmann.

En 1909, K. Brodmann identificó y numeró 47 áreas en el cerebro. Un siglo después, en 2009, se aprobó el Proyecto Conectoma financiado por varias instituciones y organismos de EEUU, que se propone identificar y mapear las conexiones y redes neuronales del cerebro. El nombre conectoma, identificación y mapeado de conexiones, evoca el genoma, referido a los genes, o el proteoma referido a las proteínas. El proyecto es muy ambicioso y necesita avances en las tecnologías para su conclusión. La complejidad del cerebro es impresionante, con 100.000 millones de neuronas y una media de 10.000 conexiones por neurona, lo que nos da mil billones de conexiones. La neurona puede tener varias dendritas, y cada dendrita miles de espinas dendríticas. La estimación de la longitud de los axones llegaría a 150.000 km. El primer conectoma disponible es de un gusano que tiene 300 neuronas y 7.000 conexiones. Para lograrlo S. Brenner y su equipo necesitó diez años de trabajo. Avances en tecnologías y modelos de

investigación están reduciendo los plazos en el estudio del conectoma de otras especies.

Diversas investigaciones han confirmado que cada persona dispone de un perfil de conexiones característico, y que estos neuroperfiles personales pueden revelar información sobre las capacidades mentales.

En el marco del Proyecto Conectoma se han publicado investigaciones muy relevantes. En un estudio dirigido por M. Glasser (2016) con participación de distintas universidades y países se definen distintas regiones en la corteza cerebral, utilizando una combinación de técnicas que hasta ahora sólo se habían empleado por separado: la resonancia magnética funcional basada en tareas, la resonancia magnética funcional en estado de reposo, y la resonancia magnética por tensor de difusión. El resultado ha dado una cartografía cerebral que identifica 180 áreas en cada hemisferio, por tanto, proporciona un atlas del cerebro humano con 360 zonas. Pero estas regiones podrían subdividirse en unidades menores. Además, la aparición de nuevas tecnologías con mayor sensibilidad proporcionará información de nuevas áreas, según los objetivos de investigación. Los estudios de las bases neurales del juicio y comportamiento moral están entrando en una nueva fase. Una gran innovación está en identificar áreas corticales a escala individual, que es una tarea más compleja que lograr un mapa medio del cerebro. Este planteamiento proporcionará conocimiento importante para determinar biomarcadores de disfunción y trastorno cerebral, y al mismo tiempo un valor predictivo de las diferencias individuales en la conducta normal y patológica, y en las disfunciones y trastornos mentales. Tendremos una neurociencia cada vez más orientada al individuo y más personalizada. Si la neuroplasticidad, las neuronas y sus múltiples conexiones y

redes neuronales, el conectoma, hacen posible los aprendizajes y memorias, podemos decir que somos nuestro conectoma. Al igual que todos tenemos un genoma específico y diferencial, también disponemos de un conectoma, una conformación neural única y propia.

M. Hauser argumenta la existencia de un órgano moral, o una capacidad moral, conseguida mediante la historia evolutiva de nuestra especie, que se desarrolla en cada ser humano en un contexto cultural determinado, y le permite generar juicios inmediatos sobre lo que está bien o mal moralmente. La teoría de Hauser se basa en la gramática de Chomsky y en las teorías de Rawls. Así como la gramática universal chomskyana es componente innato de nuestra especie, y ofrece los principios y parámetros para construir cada lengua concreta, también venimos equipados genéticamente con una gramática moral universal para construir los sistemas morales concretos. Cuando adquirimos las normas morales propias de nuestra cultura, juzgamos si determinadas acciones son permisibles, obligatorias o prohibidas, sin necesidad de razonar conscientemente y sin tener acceso explícito a los principios subyacentes.

Hauser comenta tres teorías-tipo para explicar el juicio moral: la criatura kantiana, según la cual el proceso clave que subyace al juicio moral es el razonamiento deliberado, basado en principios conscientes y claramente articulados; la criatura humeana, que atribuye a las emociones el papel básico; y la criatura que, basada en Chomsky y Rawls, hace suya Hauser. Al analizar diferentes dilemas morales que plantean un conflicto entre dos o más deberes contrapuestos. Enfrentados a esos dilemas la persona emite un juicio de bondad o maldad. Esos juicios son más o menos conscientes. Algunos juicios son rápidos y otros requieren deliberación, La intuición y el razona-

miento consciente tienen diseños diferentes. Las intuiciones son rápidas, automáticas, involuntarias, requieren poco esfuerzo atencional, aparecen al principio del proceso, se expresan sin recurrir a razones fundadas en principios y parecen inmunes a cualquier contraargumento. El razonamiento fundado en principios es lento, acompañado de deliberación, reflexivo, requiere esfuerzo atencional, aparece tarde en el proceso, es justificable y está abierto a objeciones y argumentaciones. Como en todas las dicotomías, hay amplia zona intermedia de grises (Hauser, 2008; Alvaro-González, 2014; Kahane et al., 2015).

Para decidir cuál de las teorías se corresponde mejor con la toma de decisiones morales podemos remitirnos a las imágenes de la actividad neuronal en el momento de resolver dilemas morales. Tendríamos así una constatación experimental. Para las criaturas kantianas deberían activarse predominantemente las zonas del razonamiento. Para la criatura humeana deberían activarse predominantemente las zonas del control emocional. Para la criatura rawlsiana deberían activarse partes del cerebro específicas de la “gramática moral” y posteriormente, una vez emitido el juicio, áreas del razonamiento y/o de la emoción.

Qué ocurre en el cerebro de cada persona mientras se enfrenta a un dilema moral, valora una situación y responde. En las situaciones morales personales, las imágenes cerebrales revelan una notable actividad en zonas que desempeñan un papel crucial en el procesamiento de las emociones, un circuito que va desde el lóbulo frontal hasta el sistema límbico (la circunvolución frontal media, la circunvolución cingulada posterior y la circunvolución angular. Además, cuando las consecuencias utilitarias (salvar a 5) entraban en conflicto con reglas deontológicas emocionalmente cargadas (no dañar a otros) se activaba di-

rectamente la circunvolución cingulada anterior, que se activa ante los conflictos. En los sujetos que van contra corriente, juzgando lícito un caso moral personal, se muestra una activación mucho mayor del cortex prefrontal dorsolateral, zona que interviene en la planificación y el razonamiento.

La criatura kantiana queda peor parada de los análisis de las imágenes neuronales, al dejar claro que se activan áreas emocionales, aunque en algunos sujetos triunfen los sistemas de razonamiento de manera fría y sosegada. Mejor salen las criaturas humeana y rawlsiana. Ésta última no niega el papel de las emociones en algunos aspectos de nuestro comportamiento moral, sino que discute el momento en el que intervienen. Pero esta cuestión sólo se podrá resolver cuando las tecnologías de neuroimagen permitan reconocer no sólo las zonas de activación cerebral, sino también la secuencia cronológica de su activación.

"Cuando nos enfrentamos a ciertos dilemas morales se activa una vasta red de regiones cerebrales, incluidas áreas que intervienen en la emoción, la atención, la toma de decisiones, las relaciones sociales y la memoria."

Cuando nos enfrentamos a ciertos dilemas morales se activa una vasta red de regiones cerebrales, incluidas áreas que intervienen en la emoción, la atención, la toma de decisiones, las relaciones sociales y la memoria. Pero estas zonas también son requeridas para resolver problemas no morales. ¿Es posible que alguna de estas zonas se active sólo para resolver dilemas morales? Hasta ahora ninguno de los estudios realizados seña-

la un "órgano moral" exclusivamente dedicado a esta tarea. Lo que sí muestran las investigaciones con tecnología de neuroimagen es que cuando experimentamos un conflicto entre deberes u obligaciones incompatibles, hay enfrentamiento entre las criaturas kantiana y humeana: si no hay emoción no hay tensión moral. El conflicto emocional proporciona la marca delatora de un dilema moral. Los estudios realizados muestran inequívocamente que las zonas que intervienen en el procesamiento de las emociones se activan cuando emitimos un juicio moral, sobre todo en los casos que tienen carga personal.

Conclusiones

El campo de la Neuroética, en su doble dimensión como neurociencia de la ética y ética de la neurociencia, es objeto de investigaciones cada vez más sofisticadas y relevantes, que plantean cuestiones fundamentales al ser humano y a la humanidad. Estamos comenzando una nueva década del cerebro. Como ocurrió en la década de 1990-2000, los conocimientos están experimentando un gran salto hacia adelante, particularmente debido a las nuevas tecnologías. En 2013, se aprobaron dos ambiciosos macroproyectos en Neurociencia: uno en la Unión Europea (The Human Brain Project); y otro en EEUU (BRAIN), con cuantiosa financiación durante una década. Además, en China, Japón y Rusia se está apostando por investigaciones en estos campos. Equipos multiprofesionales se proponen avanzar en el conocimiento y comprensión de la organización funcional del cerebro humano (Greely, Ramos & Grady, 2016; Racine & Aspler, 2017; Johnson & Rommelfanger, 2017).

El Proyecto Human Brain Project se pone en marcha en 2013, y se plantea para una década. Es

un proyecto médico, científico y tecnológico financiado por la Unión Europea, que tiene como fin reproducir tecnológicamente las características del cerebro humano, y de esta forma conseguir avances en el campo de la medicina, la neurociencia, inteligencia artificial, robótica. Es un proyecto muy ambicioso, con subproyectos muy complejos, con más de 150 centros de investigación de la Unión Europea, y con presupuesto multimillonario, que seguro se irán incrementando con el tiempo. Su objetivo es desarrollar tecnologías y métodos que posibiliten comprensión y explicación del funcionamiento cerebral. Para que éste proyecto pueda desarrollarse es necesaria la investigación en nuevas tecnologías de supercomputación, que permitan utilizar la información en modelos informáticos y simulaciones del cerebro para identificar patrones y principios organizativos, de modo que se puedan integrar los resultados de miles de investigaciones con diversas tecnologías y distintos niveles de análisis, desde el molecular a los sistemas cerebrales. Se inicia con la puesta en marcha de seis plataformas de investigación, cada una con herramientas y métodos específicos. Las plataformas son: neuroinformática, simulación del cerebro, computación de altas prestaciones, informática para la medicina, computación neuromórfica y neurorrobótica. Los investigadores tendrán a su disposición un volumen ingente de datos, que se publicarán en miles de artículos científicos.

El proyecto BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), promovido en 2013 por el entonces presidente, B. Obama, con presupuesto multimillonario y para una década. Es una iniciativa catalogada como el equivalente del Proyecto del Genoma Humano. La primera fase se dedica a descifrar la estructura cerebral para entender su funciones y procesos mentales: la percepción, la memoria, el control

de los movimientos, el lenguaje, el pensamiento, las emociones. En una segunda fase se estudiará la actividad neuronal y se podrá visualizar la dinámica de los circuitos, redes y sistemas, y se podrán aplicar las técnicas para diagnóstico e intervención en enfermedades cerebrales y trastornos mentales. Esto requerirá investigación básica y estudios clínicos, pero a medio plazo se espera conseguir grandes avances aplicados a la optimización de las capacidades, prevención de enfermedades y trastornos mentales, tratamiento y recuperación de pacientes. La apuesta para resolver el problema fundamental de la neurociencia está en cómo se organizan y funcionan miles de millones de neuronas y billones de conexiones, hasta formar redes neuronales y sistemas cerebrales que posibilitan los procesos mentales. Para acercarse a estos objetivos se requieren instrumentos de alta tecnología y ámbitos diversos como la genética, la óptica, la nanotecnología, la biología molecular.

Un tema prioritario de investigación es la simbiosis e interacción causal entre estructuras neuronales y socioculturales. El cerebro hace posibles la sociedad y cultura en la que vivimos, y a la vez las estructuras socioculturales moldean nuestro cerebro. El estudio de las complejas interacciones entre genética, cerebro, procesos mentales, comportamiento y cultura, permitirá conocer más sobre nuestro cerebro, los procesos mentales y comportamientos, incluidos los comportamientos morales. Conocer la organización funcional del cerebro, su evolución y creaciones, nos ayudará a comprender nuestra identidad personal, nuestros deseos y proyectos, nuestros pensamientos y comportamientos.

La moralidad está asentada y enraizada en nuestra biología, en la capacidad para sentir compasión, altruismo, cooperación, confianza; en la capacidad para empatizar con el otro, aprender

por imitación, comunicar con el lenguaje, resolver los problemas personales y sociales. Parece razonable defender la existencia de un conjunto de adaptaciones biológicas, integradas en el cerebro. Descubrir tales predisposiciones biológicas, identificarlas, podría constituir base para extraer proyectos éticos más universales, que permitirían reducir, o llegar a eliminar, mucho sufrimiento, guerras y muerte en nuestro mundo.

Referencias

- Álvaro-González, L. C. (2014). Neuroética (I): Circuitos morales en el cerebro normal. *Revista de Neurología*, 58 (5), 225-233.
- Bear, M., Connors, B. & Paradiso, M. (2016). *Neuroscience, exploring the brain*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Bonete, E. (2010). *Neuroética práctica*. Bilbao: Desclée de Brouwer
- Changeux, J-P. (2010). *Sobre lo verdadero, lo bello y el bien*. Madrid: Katz Editores
- Churchland, P. S. (2011). *Braintrust: what neuroscience tells us about morality*. New Jersey: Princeton University Press
- Cortina, A. (2011). *Neuroética y Neuropolítica, sugerencias para la educación moral*. Madrid: Tecnos
- Cortina, A. (ed) (2012). *Guía Comares de Neurofilosofía práctica*. Granada: Comares
- Damasio, A. (1996). *El Error de Descartes*. Barcelona: Crítica
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Destino
- Decety, J. & Cowell, J. (2014). Friends or foes: is empathy necessary for moral behaviour?. *Perspectives on Psychology Science*, 9 (4), 525-537
- Decety, J. & Wheatley, T. (Eds) (2015). *The moral brain. A multidisciplinary perspective*: Cambridge: MIT
- De Waal, F. (2007). *Primates y filósofos*. Barcelona: Paidós
- Enriquez, P. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Sanz & Torres
- Evers, K. (2010). *Neuroética. Cuando la materia se despierta*. Madrid: Katz Editores
- Fuster, J. (1997). *The Prefrontal Cortex*. New York: Raven Press
- Fuster, J. (2003). *Cortex and Mind: Unifying Cognition*. New York: Oxford University Press
- Fuster, J. (2014). *Cerebro y libertad*. Barcelona: Ariel
- García, E. (2010). Desarrollo de la mente: filogénesis, sociogénesis y ontogénesis. En M. Maceiras & L. Méndez (Eds). *Ciencia e investigación en la sociedad actual*. Salamanca: San Esteban Editorial, 95-128
- García, E., González, J. & Maestu, F. (2011). Neuronas espejo y teoría de la mente en la explicación de la empatía. *Ansiedad y Estrés*, 17 (2-3), 265-279
- García, E. (2014). *Neuropsicología del comportamiento moral*. En J. de la Torre (ed.). *Neurociencia, neuroética y bioética*. Madrid: Universidad Comillas. 43-75

- Gazzaniga, M. (2006). *El cerebro ético*. Barcelona: Paidós
- Gazzaniga, M. (2010). *Qué nos hace humanos*. Barcelona: Paidós
- Gazzaniga, M. (2012). *Quien manda aquí*. Barcelona: Paidós
- Glasser, M. F. et al. (2016). A Multi-modal Parcellation of Human Cerebral Cortex. *Nature*, 536, 171-181
- Goldberg, E. (2002). *El cerebro ejecutivo*. Barcelona: Crítica
- Goldberg, E. (2009). *La paradoja de la sabiduría*. Barcelona: Crítica
- Greely, H. T., Ramos, K. M., & Grady, C. (2016). Neuroethics in the age of brain projects. *Neuron*, 92 (3), 637-641.
- Greene, J. (2003). From neural “is” to moral “ought”: what are the moral implications of neuroscientific moral psychology, *Nature Neuroscience Reviews*, 4, 847-850
- Hauser, M. (2008). *La mente moral*. Barcelona: Paidós
- Illes, J. (2006). *Neuroethics*, New York: Oxford University Press
- Illes, J. (2009). Neurologisms, *American Journal of Bioethics-Neuroscience*, 9
- Illes, J. (2017). *Neuroethics: Anticipating the future*. New York: Oxford University Press
- Johnson, L. S. & Rommelfanger, K. S. (Eds.). (2017). *The Routledge Handbook of Neuroethics*. New York: Routledge
- Junqué, C. & Barroso, J. (2009). *Manual de Neuropsicología*. Madrid: Síntesis
- Kahane, G. et al. (2015). Utilitarian judgements in sacrificial moral dilemmas do not reflect impartial concern for the greater good. *Cognition*, 134, 193-209
- Kandel, E. (2007). *En busca de la memoria*. Buenos Aires: Katz
- Kandel, E., Schwartz, J. & Jessell, T. (2000). *Neurociencia*. Madrid: Prentice Hall
- Kolb, B. & Whishaw, I. (2006). *Neuropsicología Humana*. Madrid: Médica Panamericana
- Levy, N. (2007). *Neuroethics*. N. York: Cambridge University Press
- Luria, A. (1979). *El cerebro humano y los procesos psíquicos*. Barcelona: Fontanella
- Luria, A. (1983). *Las funciones corticales superiores del hombre*. Barcelona: Fontanella
- Maclean, P. D. (1990). *The triune brain in evolution*. N. York: Plenum Press
- Marcus, S. (2002). *Neuroethics: Mapping the field*. New York: Dana Press
- Mithen, S. (1998). *Arqueología de la mente*. Barcelona: Crítica-Drakontos
- Mora, F. (2007). *Neurocultura*, Madrid: Alianza Editorial
- Racine, M. & Aspler, J. (Eds) 2017). *Debates about*

Neuroethics. Perspectives on Its Development, Focus, and Future. New York: Springer

Purves, D. et al. (2016). Neurociencia. Madrid: Médico Panamericana

Ramachandran, V. (2008). Los laberintos del cerebro. Barcelona: Liebre de marzo

Ramachandran, V. (2012). Lo que el cerebro nos dice. Barcelona: Paidós, 388

Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and imitation, En S. Hurley y N. Chatter (Comp.). Perspectives on imitation: from Neuroscience to

Social Science. Cambridge MA: MIT Press

Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. (2006). Las neuronas espejo. Barcelona: Paidós

Roskies, A. (2002). Neuroethics for the new millennium. Neuron, 35, 21-23

Savulescu, J. (2012). Decisiones peligrosas. Una ética desafiante. Madrid: Tecnos

Siegel, A. & Sapru, H. (2015). Essential Neuroscience. Philadelphia: Wolters Kluwer

Tomasello, M. (2007). Los orígenes culturales de la cognición humana. Buenos Aires: Amorrortu

Hacia la construcción de un corpus etiquetado gramaticalmente para Procesamiento del Lenguaje Natural en el Español Dominicano.

Towards the construction of a Part-of-Speech Tagged corpus for Natural Language Processing Tasks in Dominican Spanish.

Lisibonny Beato-Castro(1), Máximo Pérez Medrano(2), César Méndez Vargas(3), Eva Concepción Abreu(4)

<https://doi.org/10.29197/pqs.n3.2017.02>

1. Profesora a Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Campus Santiago

Directora del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Campus Santiago

Ingeniera de Sistemas y Computación, Magna Cum Laude, por la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra

Maestría en Tecnologías de la Información concentración Ingeniería de Software por la Universidad Politécnica de Madrid

Candidata a Doctora en Desarrollo de Sistemas de Software Complejos por la Universidad Politécnica de Madrid

Email: le.beato@ce.pucmm.edu.do

2. Profesor por Asignatura del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Campus Santiago

Ingeniero de Sistemas y Computación por la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra

Magíster en Tecnología Educativa por la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra

Email: me.perez@ce.pucmm.edu.do

3. Estudiante de término de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación, Campus Santiago

Email: 20130262@ce.pucmm.edu.do

4. Estudiante de término de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación, Campus Santiago

Email: 20131319@ce.pucmm.edu.do

Resumen:

En este artículo presentamos los detalles del proceso de construcción de las primeras etapas de un corpus anotado gramaticalmente para el español dominicano. Nuestro acercamiento a esta tarea es la de emplear anotadores humanos con conocimientos en lingüística sobre un pequeño conjunto de textos provenientes de microblogs. Adicionalmente, analizamos los principales fenómenos encontrados en el proceso de desarrollo del corpus y discutimos sobre estrategias para su consolidación y posibles aplicaciones futuras.

Palabras clave:

Lingüística Computacional, Lingüística de Corpus, Procesamiento de Lenguaje Natural, Twitter

Abstract:

In this article, we present the details of the first stages of the construction of a Part-of-Speech Tagged corpus for Dominican Spanish. Our approach to this task is to employ human annotators with strong background in linguistics working on a small amount of texts from microblogs. Additionally, we analyze the main phenomena found in the corpus development process and discuss strategies for its consolidation and possible future applications.

Keywords:

Computational Linguistics, Corpus Linguistics, Natural Language Processing, Twitter

1. Introducción

La anotación de un corpus es la práctica de agregar información interpretativa, especialmente lingüística, a un corpus de texto, mediante una codificación añadida a la representación electrónica del propio texto (Garside, Leech, & McEnery, 1997).

Un caso común de anotación de un corpus es el de la anotación morfo-sintáctica, también llamada etiquetado gramatical, en la que una etiqueta se asocia con cada unidad del texto, para indicar su categoría gramatical. Dicha categoría gramatical es una variable lingüística que puede tomar diferentes valores que condicionan la forma morfológica concreta de una palabra (Bosque, 1990). El etiquetado gramatical es una de las tareas más comúnmente realizadas cuando se anotan recursos lingüísticos, debido al rol clave que tiene este tipo de etiquetado en la fase de pre-procesamiento de los sistemas de procesamiento de lenguaje natural (Brill, 2000).

Varios investigadores han llegado a la conclusión de que existe, de una forma u otra, un conjunto de categorías gramaticales comunes a todos los idiomas (Carnie, 2013; Newmeyer, 2005); sin embargo, distintos recursos lingüísticos existentes emplean distintos conjuntos de etiquetas, condicionados por las particularidades del idioma y los propósitos para los que inicialmente dicho recurso fue desarrollado. Por ejemplo, en el idioma inglés, el corpus Brown (Francis & Kucera, 1979) propone un conjunto de 87 etiquetas simples que proporcionan codificaciones distintas para todas

las clases de palabras que tienen un comportamiento gramatical distinto y permite la formación de etiquetas compuestas que aumentan el número de etiquetas a 187. Existe también el conjunto de etiquetas del corpus Penn Treebank (Marcus, Marcinkiewicz, & Santorini, 1993) el cual está basado en Brown, pero propone un conjunto de etiquetas más reducido eliminando redundancia mediante la utilización de información lexical y sintáctica.

Hasta donde sabemos, en español existen tres conjuntos de etiquetas gramaticales ampliamente utilizadas en la literatura científica relativa a procesamiento de lenguaje natural en español:

- El conjunto de etiquetas EAGLES, que se basa en las etiquetas propuestas por el Expert Advisory Group on Language Engineering Standards (EAGLES) para la anotación

morfosintáctica de lexicones y corpus para todas las lenguas europeas. En (Ide & Véronis, 1993) EAGLES establece etiquetas de longitud variable donde cada carácter corresponde a una característica morfológica. El primer carácter en la etiqueta es siempre la categoría gramatical y, dependiendo de la categoría, hay información adicional variable como, por ejemplo, tipo, género, número, entre otros. Este conjunto de etiquetas, al contener información inflexional y léxico-semántica de las unidades del texto, llega a un alto número de etiquetas, del orden de varios cientos.

- Treetagger (Schmid, 1995), la cual es una herramienta para anotar texto en varios idiomas con información de categorías gramaticales y lemas. Fue desarrollado por Helmut Schmid como parte del proyecto TC en el Instituto de Lingüística Computacional de la Universidad de Stu-

"Hasta donde sabemos, en español existen tres conjuntos de etiquetas gramaticales ampliamente utilizadas en la literatura científica relativa a procesamiento de lenguaje natural en español."

ttgart. Para el idioma inglés utiliza un conjunto de etiquetas muy reconocido, el de Penn Treebank, pero para el español TreeTagger utiliza un subconjunto de EAGLES con categorías más amplias con poca información morfológica: no contiene información de género y número para sustantivos y adjetivos ni información de modo, tiempo y persona para los verbos. Esto hace que el número de etiquetas de Treetagger sean de alrededor de 75.

- El conjunto de etiquetas de Petrov, Das, & McDonald (2011), quienes proponen un conjunto de 12 etiquetas, a las cuales llaman universales. El propósito de los autores es facilitar la investigación futura relativa a inducción no supervisada de estructura sintáctica y estandarizar buenas prácticas. Adicionalmente al conjunto de etiquetas, proponen el mapeo de conjuntos de etiquetas ya existentes para el etiquetado gramatical en 22 idiomas, incluidos el idioma español.

Estos conjuntos de etiquetas son utilizadas por los diversos etiquetadores gramaticales automáticos en español (Parra Escartín & Martínez Alonso, 2015). Las medidas de desempeño reportadas para estos etiquetadores son dadas por su aplicación a corpus lingüísticos en el idioma español que no tienen las particularidades que el español dominicano presenta, y en muchos casos, no tienen representación suficiente de textos muy cortos, como los de los microblogs, ni la informalidad y el ruido con los que los textos se escriben en las Redes Sociales.

En este artículo mostramos las primeras etapas del proceso de construcción de un corpus etiquetado gramaticalmente cuyo propósito es el de ser usado como Gold Standard en distintas tareas de procesamiento de lenguaje natural en español dominicano.

La concepción de este corpus surge en el contexto de un proyecto de Opinion Mining (Liu, 2012) en Twitter para tweets escritos en español dominicano, en donde se busca la identificación correcta de palabras de ciertas categorías gramaticales, como adjetivos, verbos y adverbios. Es de importancia crucial en la determinación de opiniones, sentimientos y emociones.

En vez de seleccionar el etiquetador gramatical automático de acuerdo a su desempeño reportado sobre corpus existentes, buscamos sentar las bases para un corpus creado con las características propias del entorno sobre el cual va a trabajar nuestra aplicación particular.

Para el desarrollo de este corpus contamos con la colaboración de un grupo de voluntarios los cuales son profesores dominicanos de español a nivel universitario. Estos etiquetaron manualmente una cantidad reducida de tweets. Cada tweet fue etiquetado por dos profesores diferentes y se calculó el nivel de acuerdo en la etiqueta, para finalmente crear una versión definitiva que es utilizada para comparar el desempeño de uno de los etiquetadores automáticos que existen en español. Para los propósitos de nuestro proyecto en este punto, el conjunto de etiquetas universal nos es más conveniente, debido a que no necesitamos información inflexional y a que la granularidad gruesa de este conjunto de etiquetas nos provee de simplicidad a la hora de realizar comparaciones y cálculos de acuerdo entre etiquetadores.

El corpus desarrollado como producto de esta investigación tiene el potencial de ser ampliado en otros proyectos mediante colaboración abierta distribuida, o crowdsourcing, y de ser utilizado en otras aplicaciones en donde sea necesario el análisis de texto escrito en español dominicano, no

solo a nivel morfo-sintáctico sino también a nivel semántico.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: La Sección 2 trata en detalle el proceso de construcción de un corpus inicial etiquetado gramaticalmente para tareas de procesamiento de lenguaje natural en español dominicano. En la Sección 3 se discuten los resultados obtenidos. La Sección 4 muestra las conclusiones del trabajo y los pasos futuros.

2. Metodología para la construcción del corpus

2.1. Selección inicial de tweets

Se recopilaron 84 tweets geo-localizados desde la República Dominicana mediante el API de Twitter¹, entre junio del 2016 y octubre de 2016. Este grupo de tweets incluía tweets con fechas que iban desde abril de 2016 a mayo de 2016.

Para elegir estos tweets primero se tomó en cuenta que estuvieran escritos en español, además de estar bien redactados, o sea, que no tuviesen faltas o tuviesen muy pocas faltas ortográficas. Para esto se decidió tomar tweets escritos por personalidades dominicanas que escriben frecuentemente en esta Red Social y que suelen escribir contenido de opinión o con carga emocional. Se tomó en cuenta que el conjunto de datos tuviese una representación de tweets de distinta longitud: desde tweets muy cortos hasta tweets de varias oraciones.

Otro aspecto tomado en cuenta para la selección es que estos no presentasen las convenciones especiales de Twitter como: hashtags, menciones, direcciones URL, emojis y emoticonos.

¹ <https://dev.twitter.com/overview/api>

2.2. Correcciones sobre los tweets

A pesar de que se obtuvo un conjunto de tweets con cierto grado de calidad en su escritura, se hizo necesario hacer correcciones a algunos de ellos, en su gran mayoría por situaciones del uso no adecuado de signos de puntuación, pequeños errores ortográficos y omisión de tildes. Esto, para tratar de disminuir la posibilidad de que los etiquetadores, manuales y automáticos, etiqueten de forma errónea las unidades de texto en esta etapa de nuestra investigación.

A continuación, algunos ejemplos de las correcciones realizadas:

Tu falta de verguenza y tu falta de pantalones han hecho que la corrupción y la impunidad reynen en nuestro país
(Original)

Tu falta de vergüenza y tu falta de pantalones han hecho que la corrupción y la impunidad reinen en nuestro país.
(Corregido)

El debate lo está ganando el moderador! **(Original)**

¡El debate lo está ganando el moderador! **(Corregido)**

Este domingo estaré con amigos sembrando árboles. Si sigue la depredación, además de sembrar, tendremos q ir a quemar camiones. **(Original)**

Este domingo estaré con amigos sembrando árboles. Si sigue la depredación, además de sembrar, tendremos que ir a quemar camiones. **(Corregido)**

El objetivo de hacer una selección de tweets con esta condición de calidad en su ortografía se debe a que en la presente etapa de la investigación uno de los objetivos es probar los niveles exactitud y precisión de los etiquetadores gramaticales automáticos que manejen el idioma español, y esto garantiza que los mismos clasifiquen con la menor dificultad posible las palabras que conforman los tweets. Cabe aclarar que somos conscientes de que estas situaciones especiales que provocan las características intrínsecas de los tweets deben ser abordadas en futuros trabajos como parte de nuestra investigación, y que debemos buscar soluciones a las situaciones particulares que presentan los tweets escritos en español dominicano en este sentido.

2.3. Etiquetado manual de los tweets

Al principio de la investigación creíamos que la tarea de etiquetado gramatical para construir el corpus con el que trabajaremos era una tarea de una complejidad baja, debido a la brevedad del texto y al reducido conjunto de etiquetas gramaticales a utilizar, y que podía ser abordada por cuatro voluntarios con estudios universitarios, pero sin ninguna experiencia previa en la realización de esta tarea. Para comprobar el nivel de aptitud que los voluntarios tenían para esta tarea, se les entregó una pequeña cantidad de tweets a cada uno. La primera tarea que debían hacer sobre los tweets era un proceso de tokenización (Webster & Kit, 1992), que se refiere a la segmentación del texto en unidades lingüísticas antes de que cualquier tipo de análisis sea realizado sobre este. Para nuestros propósitos, estos tokens pueden adoptar la forma de unigramas o n-gramas (Manning & Schütze, 1999). Posteriormente debía colocar a cada token la etiqueta de la categoría gramatical

que mejor describiera la función que ejercía dicho token en el tweet, ayudados, en caso de ser necesario, por el diccionario en línea de la Real Academia Española de la Lengua². Este ejercicio inicial evidenció que, para ambas tareas, los sujetos tuvieron varias dudas en cada uno de los tweets que analizaron que no siempre pudieron resolver utilizando sus propios conocimientos ni el diccionario en línea. La tarea resultó larga, compleja e inconclusa en la mayoría de los casos.

Se decidió, por esta razón, en vez de contar con voluntarios no entrenados, contar con la colaboración de un grupo de trece académicos dominicanos del área de español, los cuales, por su formación, pudieron abordarla sin las complicaciones anteriormente mencionadas.

El proceso seguido por este nuevo grupo de voluntarios se describe a continuación:

- Se repartieron 84 tweets entre los profesores de forma equitativa. Nos referiremos a este conjunto de tweets de cada profesor como “version_1”.
- Cada tweet de la “version_1” tenía que ser tokenizado por el profesor del modo que él considerara más apropiado para, posteriormente, etiquetar cada token con la categoría gramatical a la que él considera pertenece de acuerdo al contexto donde aparece en el tweet. Estas etiquetas deben ser seleccionadas del conjunto de etiquetas universales propuestas por Petrov. También se le pidió especificar el lema o palabra base que corresponde a dicho token. Se les indicó a los profesores que podían tomarse el tiempo que necesitaran para el etiquetado y se les reiteró que lo importante era la calidad del etiquetado, no la rapidez con que se realizaba.

² <http://dle.rae.es>

- Una vez terminada esta tarea, el profesor debería realizar la misma labor con el primer grupo de tweets de otro profesor. En este caso, a este segundo grupo de tweets trabajados por el profesor le llamamos “version_2”. El profesor recibe los tweets sin ninguna información de lo que pasó con ellos en la etapa previa con el profesor que los etiqueta originalmente como su primer grupo. La idea es que cada tweet sea etiquetado por dos profesores diferentes para posteriormente ser comparado el grado de acuerdo en el etiquetado de ambos grupos.

2.4. Versión Final de los Tweets Etiquetados

Después de las tareas anteriores se planificaron varias sesiones en donde nos reunimos con los profesores para verificar diferencias en la tokenización y etiquetado de un mismo tweet en ambas versiones, discutir las y definir una versión final etiquetada para su posterior comparación con las versiones originales etiquetadas y librerías automáticas de etiquetado gramatical en español.

Con el liderazgo de uno de los lingüistas voluntarios y apoyados en el Diccionario panhispánico de dudas (de la Lengua, Española, & de la Lengua, 2005) y el manual de la Nueva gramática de la lengua española (Española, 2010), se llevaron a cabo varias sesiones para analizar y discutir el porqué de las diferencias encontradas en las dos versiones etiquetadas de los tweets y determinar cuáles eran las acciones más adecuadas que tomar para una versión definitiva, tanto en la segmentación de las unidades lexicales de los tweets como de la etiqueta gramatical que debía ser colocada.

2.4.1. Tokenización

En lo referente al proceso de tokenización, los lingüistas concuerdan en que los verbos auxiliares

no deben ir separados de los verbos a los cuales proporcionan información gramatical adicional.

```
Prefiero/VERB Vivir/NOUN Y/CONJ Perder/VERB Que/CONJ No/ADV Haber_vivido/VERB Nada/PRON ./.
```

En el caso del ejemplo, el token asumiría la forma del bigrama haber_vivido y se le colocaría una única etiqueta gramatical.

En el caso de lugares con nombre compuesto, así como también otras entidades, tales como programas de televisión o nombres de instituciones, la forma de proceder en la segmentación sería unir todos los unigramas que los conforman en un único token.

```
Todos/PRON en/ADP Santo_Domingo_Este/NOUN a/ADP votar/VERB en/ADP la/DET boleta/NOUN 15/NUM por/ADP el/DET diputado/NOUN que/PRON te/PRON representa/VERB en/ADP el/DET congreso/NOUN ./.
```

En el ejemplo, el token sería el trigramma Santo_Domingo_Este, también con una única etiqueta gramatical.

Los voluntarios consideran que hay ciertos pronombres, conjunciones, adverbios y partículas que deben tener la forma de n-gramas, debido a que como unigramas no tiene sentido práctico atribuirles una etiqueta gramatical separada. Algunos ejemplos encontrados son los pronombres lo_que y el_que, la conjunción para_que, los adverbios a_diario y a_la_vez y las partículas a_veces, al_fin y a_favor.

Los siguientes tweets presentan algunas de estas situaciones:

```
4/NUM años/NOUN de/ADP mala/ADJ suerte/NOUN para/ADP el_que/PRON vote/VERB por/ADP el/DET PLD/NOUN ./
```

Aquí/ADV ./ a veces/PRT ./ valen/VERB más/ADV las/DET relaciones/NOUN que/CONJ el/DET talento/NOUN .../. ¡/ lo/PRON vemos/VERB a diario/ADV !/ No/ADV hay/VERB congruencia/NOUN en/ADP algunas/DET cosas/NOUN ./

2.4.2. Etiquetado Gramatical

Fueron diversas las discrepancias encontradas entre los etiquetadores en ambas versiones del etiquetado. Las siguientes subsecciones detallan estos casos.

2.4.2.1. Adjetivos y determinantes

Un caso que se encontró con mucha frecuencia fue el del etiquetado de palabras que indican demostrativo, cantidad indefinida o posesivo como un adjetivo. Tales son las palabras *mi*, *este* y *nuestro*. La gramática moderna propone que estas palabras deben considerarse como determinantes y es así como fueron etiquetadas para esta versión final.

Por ejemplo, en el siguiente tweet la palabra *este* se etiquetó finalmente como determinante:

Este/DET espectacular/ADJ hair_look/X lo/PRON lo-gramos/VERB gracias/PRT a/ADP las/DET extensiones/NOUN de/ADP afrolatinard/X ./

2.4.2.2. Adverbios y adjetivos

Hubo, también, confusión entre el uso de varias palabras y su función como adverbio o como adjetivo dentro del texto. Tal es el caso de la palabra *mejor*, que en algunos tweets funciona como adverbio, por la condición de que no varía cuando acompaña a palabras que pueden cambiar en género y número, y en otras como adjetivo, en don-

de si cambia el género y número de las palabras, dicho adjetivo debe también modificar su forma.

En el siguiente caso es adverbio, porque permanece invariante si la oración pasara al plural:

¡/. Dios/NOUN Ya/ADV Sabe/VERB Lo_que/PRON Necesitas/VERB ./ Mejor/ADV Agradécele/VERB Lo_que/PRON Tienes/VERB !/.

En el siguiente caso es adjetivo, porque debería pluralizarse a mejores si la palabra a la que acompaña fuera *asfaltos*:

Bien/ADV pudiste/VERB gastar/VERB este/DET dinero/NOUN en/ADP un/DET mejor/ADJ asfalto/NOUN y/CONJ no/ADV ese/DET disparate/NOUN que/PRON están/VERB haciendo/VERB y/CONJ que/PRON ya/ADV la/DET lluvia/NOUN dañó/VERB ./.

2.4.2.3. Adjetivos y verbos como sustantivos

El caso de palabras que tradicionalmente son adjetivos y verbos, pero que en ciertos contextos asumen la forma de sustantivos, también fue encontrado en estas revisiones. En los siguientes tweets, los adjetivos *malo* y *peor* se etiquetaron en la versión final como sustantivos y lo mismo se hizo con los verbos *conformarse*, *dejar* e *insistir*:

Lo/DET malo/NOUN de/ADP cuando/ADV a/ADP uno/PRON le/PRON importa/VERB tanto/ADV alguien/PRON es/VERB que/PRON la/DET más/ADV mínima/ADJ tontería/NOUN a/ADP uno/PRON le/PRON duele/VERB mucho/ADV ./.

Lo/DET peor/NOUN es/VERB que/CONJ no/ADV podrá/VERB ver/VERB los/DET juegos/NOUN de/ADP la/DET final/NOUN ./.

¡/. Conformarse/NOUN Y/CONJ Dejar/NOUN De/ADP Insistir/NOUN Es/VERB Como/ADV Ver/VERB A/ADP Alguien/PRON Ahogándose/ADV Y/CONJ Dejarlo/VERB Morir/VERB !/.

2.4.2.4. Usos de las palabras que y qué

Un caso especial es el etiquetado de las palabras que y qué en ambas versiones etiquetadas de los tweets. Son cuatro las distintas categorías gramaticales que se les colocaron a las mismas en la versión final: Conjunción, Partícula, Pronombre y Adjetivo.

En el siguiente tweet el que funciona como conjunción:

Los/DET electores/NOUN jóvenes/ADJ deben/VERB saber/VERB que/PRT el/DET candidato/NOUN del/ADP PRM/NOUN no/ADV cree/VERB en/ADP la/DET tecnología/NOUN ./.

El tweet siguiente muestra un uso del que como partícula:

Los/DET electores/NOUN jóvenes/ADJ deben/VERB saber/VERB que/PRT el/DET candidato/NOUN del/ADP PRM/NOUN no/ADV cree/VERB en/ADP la/DET tecnología/NOUN ./.

Su uso como pronombre puede verse en el siguiente tweet:

Las/DET personas/NOUN que/PRON hacen/VERB daño/NOUN a/ADP un/DET país/NOUN usan/VERB traje/NOUN y/CONJ corbata/NOUN ./, no/ADV tatuajes/NOUN y/CONJ dreadlocks/X ./.

En el siguiente caso el qué ejerce de modificador del sustantivo manera, por lo que es un adjetivo:

Qué/ADJ manera/NOUN de/ADP quererse/VERB ganar/VERB a/ADP una/DET ciudad/NOUN que/PRON te/PRON odia/VERB ./.

2.4.2.5. Siglas y números como sustantivos

Varios etiquetadores no etiquetaron las siglas en los tweets en donde aparecían, sin embargo, lo correcto es colocarles la etiqueta de sustantivo. Tal es el caso de las siglas PLD en el siguiente tweet:

Mi/DET programa/NOUN tuvo/VERB que/CONJ salir/VERB del/ADP aire/NOUN por/ADP esta/DET semana/NOUN gracias/ADP al/ADP PLD/NOUN ./.

También hubo diferencias en el etiquetado de algunas cantidades numéricas cuando estas ejercían la función de sustantivo. En el tweet siguiente el número 15 se debe etiquetar como sustantivo:

Encuestas/NOUN no/ADV son/VERB votos/NOUN ./, Nos/PRON vemos/VERB el/DET 15/NOUN de/ADP mayo/NOUN ./.

No así en el siguiente tweet en donde 7:00 debe ser etiquetado como número:

Yo/PRON entiendo/VERB que/CONJ están/VERB perdidos/ADJ ./, pero/CONJ llamar/VERB a/ADP las/DET 7:00/NUM am/X es/VERB desesperación/NOUN ./.

2.5. Medidas para el cálculo de acuerdo entre anotadores:

En nuestra investigación reportamos el acuerdo general en las anotaciones y no identificamos de forma separada aquella que hizo cada profesor con respecto a otro. Esto da como resultado dos versiones de las anotaciones, version_1 y version_2, en las cuales se comparan las dos versiones etiquetadas de cada tweet.

Aparte de comparar las dos versiones iniciales de tweets anotados (version_1 y version_2) también realizamos una comparación de cada una de ellas con la versión producida después de la etapa de discusiones y limpieza con los etiquetadores, a la que llamamos “version_final”.

Debido al hecho de que los etiquetadores podían tokenizar los tweets de forma libre y, por tanto, las diferentes versiones podrían tener distinta cantidad de tokens, aplicamos la estrategia de comparar a nivel de unigramas y cuando el token era un n-grama lo separamos y colocamos en cada unigrama resultante la misma etiqueta gramatical del token original.

Para estas comparaciones utilizamos la exactitud (Witten, Frank, Hall, & Pal, 2011) entre las versiones X y Y, una métrica ampliamente utilizada en el desarrollo de corpus para tareas de procesamiento de lenguaje natural. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Exactitud (X,Y)} = \frac{\text{cantidad de tokens del corpus etiquetados idénticamente en X y Y}}{\text{cantidad total de tokens en el corpus}}$$

La versión final contra el etiquetado realizado por una herramienta automática también es objeto de comparación en nuestro trabajo. En este caso se busca verificar el desempeño del etiquetador automático con respecto a la versión final, que se considera como correcta. Aparte de utilizar la exactitud para esta comparación, se calcula también el desempeño por cada etiqueta gramatical T, utilizando las medidas de precisión y exhaustividad (Witten et al., 2016).

Siendo:

Verdaderos Positivos (VP): Cantidad de tokens etiquetados como T por ambos etiquetadores.
Falsos Positivos (FP): Cantidad de tokens etiquetados como no T en la versión final, pero etiquetado como T por el etiquetador automático.
Falsos Negativos (FN): Cantidad de tokens etiquetados como T en la versión final pero etiquetado como no T por el etiquetador automático.

Las medidas de precisión y exhaustividad se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Precisión (T)} = \frac{VP}{VP+FP}$$

$$\text{Exhaustividad (T)} = \frac{VP}{VP+FN}$$

Se calcula también la medida F (Witten et al., 2016), o F-Measure, que es la media armónica entre la precisión y la exhaustividad:

$$\text{F-Measure (T)} = \frac{2 \times \text{Precisión} \times \text{Exhaustividad}}{\text{Precisión} + \text{Exhaustividad}}$$

3. Resultados

Acuerdo general entre versiones

En la tabla 1 se muestra el porcentaje de acuerdo entre las distintas versiones etiquetadas, el cual indica la proporción de tokens etiquetados de la misma forma por ambos anotadores, con respecto al total de tokens del conjunto de tweets. El acuerdo entre los anotadores de las versiones 1 y 2, consideradas como iniciales, es de un 86.72%. El acuerdo de cada una de estas versiones con respecto a la versión final (después de las sesiones de discusión y revisión) es de 91.68% y 92.60%, respectivamente.

Cantidad Total de Tokens		1,310
Cantidad Tokens Etiquetados Igual		
		Acuerdo
Version_1 vs Version_2	1,136	86.72%
Version_1 vs Version_Final	1,201	91.68%
Version_2 vs Version_Final	1,213	92.60%

Tabla 1. Acuerdo entre etiquetadores para las distintas versiones de los tweets etiquetados.

Aunque los niveles de acuerdo de cada versión inicial con la versión final son superiores a los acuerdos entre ellas mismas, ninguna de las 2 versiones supera a los niveles de acuerdo reportados por herramientas automáticas de etiquetado gramatical que alcanzan una exactitud en el etiquetado gramatical en español de entre 97% y 98% (Padró & Stanilovsky, 2012).

La tabla 2 muestra las diferencias en el etiquetado por cada categoría gramatical entre las versiones 1 y 2 del mismo. La columna “Coincidencias” muestra el total de tokens que fueron etiquetados con la misma etiqueta en ambas

versiones y la columna “Diferencias” muestra la cantidad de tokens que, en alguna de las dos versiones, no fue etiquetada con dicha etiqueta, pero en la otra versión si lo fue. La columna “% total de diferencias” muestra el porcentaje que representa esa diferencia con respecto al total. Debe notarse que la suma de todas las diferencias es de un 200% debido a que cada diferencia se cuenta dos veces. Esto es así porque no se asume que ninguna de las dos versiones es la correcta y se cuenta una diferencia en ambas direcciones: para el token X la version_1 tiene una diferencia con respecto a la versión_2 y la version_2 tiene una diferencia con respecto a la versión_1.

	Etiqueta	Coincidencias	Diferencias	% total de diferencias	
1	PRON	84	57	32.76	
2	ADJ	48	53	30.46	
3	ADV	87	41	23.56	
4	NOUN	221	41	23.56	
5	DET	115	40	22.99	
6	PRT	1	38	21.84	
7	ADP	132	26	14.94	
8	CONJ	44	23	13.22	
9	VERB	221	17	9.77	
10	X	11	10	5.75	
11	NUM	3	2	1.15	
12	.	169	0	0.00	
Total			348	200.00	

Tabla 2. Coincidencias y diferencias por etiqueta gramatical entre la version_1 y version_2 del etiquetado.

El acuerdo entre los etiquetadores es bajo en categorías gramaticales importantes para algunas aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural, tales como la de opinion mining. Existe un alto número de diferencias relativas en las etiquetas PRON, ADJ y ADV que representan a los pronombres, adjetivos y adverbios, respectivamente. Estas últimas dos categorías son un ejemplo de categorías importantes en el contexto de nuestro proyecto.

Un caso a resaltar es el de la etiqueta PRT, correspondiente a la categoría gramatical partícula, en la cual solo se coincidió en una ocasión y está involucrada en 38 casos de diferencias absolutas entre las dos versiones.

En la tabla 3 se muestran las etiquetas donde se verifican la mayor cantidad de diferencias entre las dos versiones iniciales.

La columna “Frecuencia Etiqueta 1” representa la suma para ambas versiones de la cantidad de tokens etiquetados con la “Etiqueta 1”, y la columna “Frecuencia Etiqueta 2” representa la suma para ambas versiones de la cantidad de tokens etiquetados con la “Etiqueta 2”. La columna “Diferencias” representa la cantidad de ocasiones en las que un anotador, para un mismo token, colocó la “Etiqueta 1” y el otro la “Etiqueta 2”. El “% total de diferencias” indica la proporción que representa este tipo particular de diferencia con respecto al total de diferencias observadas en ambas versiones.

Etiqueta 1	Etiqueta 2	Frecuencia etiqueta 1 (f1)	Frecuencia Etiqueta 2 (f2)	f1+f2	Diferencias	% total de Diferencias
DET	PRON	270	225	495	17	9.29
PRON	CONJ	225	111	336	14	7.65
DET	ADJ	270	149	419	13	7.10
NOUN	ADJ	483	149	632	12	6.56
ADV	ADJ	215	149	364	11	6.01
ADP	PRT	290	40	330	10	5.46
NOUN	X	483	32	515	9	4.92
...
Total					183	100.00

Tabla 3. Pares de etiquetas gramaticales con los porcentajes de diferencias más altos entre la version_1 y version_2 del etiquetado.

En esta tabla se puede ver que las etiquetas gramaticales DET y ADJ, correspondientes a determinantes y adjetivos, están involucradas en varios casos de diferencias. Es importante resaltar el caso que las involucra a las dos como parte de un par, ya que en las sesiones de discusión para construir la versión final se resaltó el hecho de que

actualmente algunas palabras, que antes se denominaban adjetivos, las nuevas reglas de la gramática española las consideran determinantes. Se ve, también, que el porcentaje de confusión más alto entre las dos versiones sucede con las etiquetas DET y PRON, que representan a los determinantes y los pronombres respectivamente. Evaluación

de la versión final etiquetada versus herramienta de etiquetado gramatical automática

Como forma de verificar qué tan bien la versión final—que asumimos como correcta para el español dominicano—es etiquetada por una herramienta automática, decidimos utilizar Freeling (Padró & Stanilovsky, 2012) en su versión 4.0, el cual es un conjunto de analizadores del lenguaje de código abierto para varios idiomas, incluido el español. Entre estos analizadores se encuentran tokenizadores, analizadores morfológicos, etiquetadores gramaticales, entre otros. La elección de esta herramienta para la evaluación se debe a que, de las consultadas, es la que emplea mayor variedad de estilos de tokenización y, dado que los voluntarios tenían total libertad para la realización de esta tarea, es la que podría producir tokens más similares a los resultantes de la anotación de dichos voluntarios.

El etiquetador gramatical de Freeling emplea dos acercamientos distintos: un modelo híbrido llamado *relax*, que combina reglas gramaticales estadísticas y reglas manuales, y otro basado en un modelo oculto de Markov (HMM) (Blunsom, 2004). En nuestro caso, utilizamos este último modelo al que accedemos mediante una librería *wrapper* para el lenguaje de programación Python sobre una librería existente de Freeling en el lenguaje de programación C++.

Aunque por defecto Freeling utiliza el conjunto de etiquetas EAGLES para español, mapeamos dichas etiquetas al conjunto de etiquetas universal, mediante un recurso desarrollado en el trabajo de (Parra Escartín & Martínez Alonso, 2015).

Existen dos fenómenos que Freeling maneja de forma especial y que en la comparativa con la versión final pueden provocar significativas diferencias, ya que la versión final los trata de forma distinta:

- Las contracciones *al* y *del*, las cuales convierte a *a el* y *de el*, y cada palabra es etiquetada por Freeling de forma separada.
- Los verbos con enclíticos, los cuales son palabras compuestas que se forman añadiendo al verbo pronombres como *me*, *te*, *se*, *lo*, entre otros, inmediatamente después del verbo. La herramienta en este caso separa el verbo del enclítico y, por ejemplo, la palabra *irse*, se convertiría en dos palabras, *ir* y *se*, las cuales se etiquetarán de forma separada.

Para poder realizar la comparativa, lo que hacemos con los tokens etiquetados devueltos por Freeling es, en el caso de las contracciones, volver a unirlos y colocar la etiqueta de la primera palabra, en este caso la *de a* o la *de de*, según corresponda. Con los verbos con enclíticos lo que hacemos es unir las partes componentes y colocarle la etiqueta correspondiente a verbo.

Una vez realizadas estas modificaciones a lo devuelto por Freeling, se calculó la exactitud de la misma sobre la versión final y el resultado obtenido fue de un 85.34%, el cual es un número significativamente inferior al reportado por esta herramienta sobre conocidos corpus en el idioma español.

En la tabla 4 reportamos las medidas de precisión, exhaustividad y F-Measure por etiqueta:

Etiqueta	Precisión	Exhaustividad	F-Measure
NUM	1.0000	1.0000	1.0000
.	0.9941	1.0000	0.9970
DET	0.9079	0.9388	0.9231
ADP	0.8980	0.9103	0.9041
VERB	0.9082	0.8319	0.8684
ADV	0.9529	0.7570	0.8438
NOUN	0.6935	0.9395	0.7979
PRON	0.9204	0.7232	0.8100
ADJ	0.8780	0.5902	0.7059
CONJ	0.6986	0.7846	0.7391
PRT	0.0000	0.0000	0.0000
X	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 4. Precisión, exhaustividad y F-measure de cada etiqueta gramatical dada por la herramienta Freeling sobre la versión final etiquetada.

Puede observarse que etiquetas gramaticales que tienen mucha carga semántica en diversos contextos y aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural, tales como adjetivos, verbos, adverbios y sustantivos, tienen unos valores de F-measure por debajo del 90%. En el caso de los sustantivos, de forma especial, la precisión que se obtiene es significativamente baja aunque la exhaustividad de esta categoría ayuda a elevar el valor del F-measure.

Las etiquetas DET y ADP, referentes a determinantes y adposiciones, respectivamente, tienen valores de precisión y exhaustividad cercanos o superiores al 90%.

Es significativo el hecho de que las etiquetas PRT y X, relativas a partículas y Otras, respectivamente, no fueron acertadas en ningún momento por Freeling de forma correcta.

1. Conclusiones y trabajos futuros

En nuestra investigación hemos presentado los primeros pasos hacia la construcción de un corpus etiquetado gramaticalmente que puede ser utilizado en tareas de procesamiento de lenguaje natural para español dominicano.

En nuestro trabajo se evidenció que hay ciertas categorías gramaticales que presentan importantes diferencias en su etiquetado cuando se comparan con los resultados devueltos por una herramienta automática. El caso de las partículas, verbos, adjetivos, sustantivos y adverbios merece un análisis más exhaustivo para determinar las causas de estas diferencias.

En su estado actual, este corpus contiene textos cortos provenientes de microblogs y ha sido etiquetado manualmente por voluntarios entre-

nados para la tarea. En el futuro este corpus puede ser ampliado con textos dominicanos de otros contextos, por voluntarios no entrenados utilizando una herramienta que les guíe y que puede estar basada en reglas que se deriven de los resultados de la presente investigación.

Además, un corpus ampliado en el futuro podría contener texto con expresiones propias del español dominicano que puedan ser correctamente etiquetadas gramaticalmente e incluso contener texto informal con errores ortográficos, que también pueda ser etiquetado correctamente de acuerdo al contexto en donde aparece.

Nuestra investigación, también, deja abierta la posibilidad de comparar este corpus con los resultados devueltos por varios etiquetadores automáticos en español y determinar cuál o cuáles de estas herramientas se adaptan mejor a los propósitos particulares de tareas de procesamiento de lenguaje natural específicas, en español dominicano.

Agradecimientos

Agradecemos al V Fondo Concursable de Investigación PUCMM por financiar la presente investigación.

También damos las gracias al Departamento de Español de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra Campus Santiago, en la figura de su director, el Prof. Francisco Cruz, por su colaboración y la de sus profesores en este trabajo de investigación.

Bibliografía

Blunsom, P. (2004). Hidden markov models. Lecture notes, August, 15, 18-19.

Bosque, I. (1990). Las categorías gramaticales: relaciones y diferencias: Síntesis.

Brill, E. (2000). Part-of-speech tagging. Handbook of natural language processing, 403-414.

Carnie, A. (2013). Syntax: A generative introduction: John Wiley & Sons.

de la Lengua, A. d. A., Española, E. A., & de la Lengua, A. d. A. (2005). Diccionario panhispánico de dudas: Real Academia Española.

Española, R. R. A. (2010). Nueva gramática de la lengua española manual: Espasa.

Francis, W. N., & Kucera, H. (1979). Brown corpus manual. Brown University, 2.

Garside, R., Leech, G. N., & McEnery, T. (1997). Corpus annotation: linguistic information from computer text corpora: Taylor & Francis.

Ide, N., & Véronis, J. (1993). Background and context for the development of a Corpus Encoding Standard. Retrieved from <http://www.cs.vassar.edu/CES/CES3.ps.gz>

Liu, B. (2012). Sentiment analysis and opinion mining. Synthesis lectures on human language technologies, 5(1), 1-167.

Manning, C. D., & Schütze, H. (1999). Foundations of statistical natural language processing (Vol. 999): MIT Press.

Marcus, M. P., Marcinkiewicz, M. A., & Santorini, B. (1993). Building a large annotated corpus of English: The Penn Treebank. *Computational linguistics*, 19(2), 313-330.

Newmeyer, F. J. (2005). *Possible and probable languages: A generative perspective on linguistic typology*: Oxford University Press on Demand.

Padró, L., & Stanilovsky, E. (2012). *Freeling 3.0: Towards wider multilinguality*. Paper presented at the LREC2012.

Parra Escartín, C., & Martínez Alonso, H. (2015). *Choosing a Spanish Part-of-Speech tagger for a lexically sensitive task*.

Petrov, S., Das, D., & McDonald, R. (2011). *A universal part-of-speech tagset*. arXiv preprint arXiv:1104.2086.

Schmid, H. (1995). *Treetagger| a language independent part-of-speech tagger*. Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung, Universität Stuttgart, 43, 28.

Webster, J. J., & Kit, C. (1992). *Tokenization as the initial phase in NLP*. Paper presented at the Proceedings of the 14th conference on Computational linguistics-Volume 4.

Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2011). *Output: Knowledge Representation*. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques* (pp. 73). Kaufmann, Burlington.

Sistema Acuapónico Doméstico: Viabilidad económica y evaluación de cultivos

Domestic Aquaponic System: Economic viability and crop evaluation

Isabela Pichardo Velázquez¹, Arisaura Salcedo Pérez².

<https://doi.org/10.29197/pqs.n3.2017.03>

Resumen:

La acuaponía es un sistema donde se entrelazan las técnicas de hidroponía y acuicultura. El objetivo de esta investigación es evaluar el desarrollo y la viabilidad económica del cultivo de lechuga y tilapia, variando la biomasa de tilapia en los sistemas acuapónicos. Se construyeron 4 acuapónicos (SA1≈0 g, SA2≈100 g, SA3≈150 g y SA4≈200 g) y se sembraron 10 lechugas por sistema (0.6 m² de sustrato). Estas se dividieron en dos bloques según la intensidad de la luz recibida. Durante 5 semanas se recolectaron los datos de las lechugas, los peces y la calidad de agua. Resultado: el mejor acuapónico para el desarrollo de la lechuga dentro del actual experimento fue el SA3. Por otro lado, el sistema construido en las condiciones domésticas, presentó no ser viable económicamente en ninguno los tratamientos. Se anima a profundizar en los estudios de acuaponía tanto económica como técnicamente.

Palabras clave:

Acuaponía, aquapónico doméstico, lechuga, viabilidad económica.

Abstract:

Aquaponics is a system that uses both hydroponics and aquaculture techniques. The objective of this research is to evaluate the development and economic viability of lettuce and tilapia production, varying the biomass of tilapia in aquaponic systems. Four aquaponics were constructed (SA1≈0 g, SA2≈100 g, SA3≈150 g and SA4≈200 g), and 10 lettuces were planted per system (0.6 m² of substrate). These were divided into two blocks, according to the intensity of the light received. Data were collected for lettuce, fish and water quality for 5 weeks. Result: the best aquaponic for lettuce development in the current experiment was SA3. On the other hand, the system built in the domestic conditions, presented not to be economically viable in any of the treatments. It is encouraged to deepen the studies of aquaponics both economically and technically.

Keywords:

Aquaponics, domestic aquaponics, lettuce, economic viability.

¹ Licenciada en Ecología y Gestión Ambiental, egresada de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. isabelapichardov@gmail.com

² Licenciada en Ecología y Gestión Ambiental, egresada de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. arisaurasalcedo@gmail.com

Introducción

La acuaponía es un sistema de producción donde se entrelazan las técnicas de hidroponía y acuicultura, para la producción de peces y plantas bajo un solo esquema. Esto se logra a través de un bombeo que recircula el agua de los peces hacia las plantas.

Este sistema de producción se asemeja a un ecosistema equilibrado, donde todos sus elementos deben estar en una proporción óptima para su adecuado funcionamiento. Es decir, en caso de que la cantidad de plantas o peces sea distinto a lo que el sistema necesite, este puede colapsar. Esto se debe a que existirá una exigencia o deficiencia de nutrientes que no podrá ser suplida de manera natural (Caló, 2011).

En la búsqueda bibliográfica no se encontraron datos sobre la relación equilibrada que debe existir entre la densidad de peces y la cantidad de plantas cultivadas en un sistema acuapónico, para poder obtener un mayor rendimiento en el cultivo de ambos, y además que se traduzca en mayores beneficios económicos.

Esta investigación busca evaluar el desarrollo del cultivo de lechuga romana (*L. sativa* L. var. *longifolia*) y la factibilidad económica en 4 sistemas acuapónicos variando la densidad de siembra en la crianza de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x spp.). Y tiene por objetivos específicos: observar el funcionamiento de un sistema acuapónico doméstico al implementar el cultivo de lechuga romana variando la densidad de siembra en la crianza de tilapia; evaluar el rendimiento del cul-

tivo de lechuga romana en un sistema de acuaponía variando la densidad de siembra en la crianza de tilapia; evaluar la relación costo/beneficio de la implementación cultivo de lechuga romana y crianza de tilapia en un sistema de acuaponía doméstica.

Se considera que el desarrollo del cultivo de lechuga romana (*L. sativa* L. var. *longifolia*) en un sistema acuapónico, va a variar según la densidad de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y tilapia

roja (*Oreochromis mossambicus* x spp.) que posea el tanque, y este sistema puede ser viable económicamente.

"En República Dominicana, se practica la acuaponía doméstica de manera particular."

En República Dominicana, se practica la acuaponía doméstica de manera particular. Además actualmente se siguen desarrollando estudios en el área en la Fundación Punta Cana, IDIAF y la Universidad ISA en la que se han implementado varios cursos de "Calidad de Agua y Diseño de Sistema de Acuaponía" en el año 2014 (Reyes, 2014), y su Maestría de Acuicultura y Acuaponía iniciada en septiembre de 2016.

Materiales y métodos

El acuapónico utilizado en este estudio, posee camas de cultivo de sustrato sólido, donde se colocan las plantas. Este sustrato tiene varias funciones: servir de soporte a las plantas, proteger a las raíces de la luz solar, retener cierta cantidad de humedad, albergar las bacterias nitrificantes, y permitir la oxigenación de las raíces por medio de los espacios que se forman entre las partículas (Guzmán et al., 2011).

Las bacterias nitrificantes se encargan de un proceso purificador del agua en el sistema acua-

pónico, al convertir el amoníaco (NH_3), emanado por los peces durante procesos de respiración y sus desechos sólidos, a nitrato (NO_3), que es un compuesto inofensivo para los peces, a la vez que sirve de fuente de alimento a las plantas.

Otros elementos importantes para la instalación de un sistema acuapónico son: el oxigenador, que oxigena el agua para los peces y las raíces de las plantas, lo que ayuda a prevenir la pudrición de las mismas (Colagrosso, 2014); la bomba de agua, que es el motor del sistema acuapónico, que ayuda a la recirculación del agua; y el sifón campana que tiene como función controlar la inundación y descarga de agua de las camas de cultivo.

El cultivo utilizado fue el de lechuga romana (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*), que es la hortaliza más importante de la familia Compositae. Su alto contenido en vitaminas la hace una planta muy apreciada en la dieta moderna y, en consecuencia, de gran importancia económica (Flores et al., 2013). Esta planta constituye una de las hortalizas de hojas de mayor cultivo, comercialización y consumo en la República Dominicana.

La lechuga romana se desarrolla bien en una diversidad de suelos, desde los arcillosos hasta los arenosos. No obstante, los mejores resultados se obtienen en suelos francos, fértiles y de reacción ligeramente ácida (CEDAF, 1999). Además, son muy tolerantes a la humedad, por lo que la convierte en el cultivo más utilizado en los sistemas acuapónicos.

Las lechugas cultivadas en esta investigación se obtuvieron de las semillas marca Tropic[®], las cuales fueron germinadas en bandejas y luego trasplantadas a las camas de cultivo, donde se colocaron 10 plantas de lechuga romana por cama, con 5^ª equidistantes.

En el caso de los peces, se utilizaron en esta investigación las especies: *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica) y *Oreochromis mossambicus* x spp (tilapia roja). En lo adelante dichas especies serán nombradas como tilapias.

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x spp.), son peces de carne blanca, muy sabrosa y de textura firme. Pueden vivir más de cinco años y alcanzar un peso superior de 4 kg. (Alicorp, 2012). Además, son resistentes a las enfermedades y parásitos, toleran agua pobre en oxígeno, y crecen rápidamente (Castillo, 2003). La tilapia está apta para comercialización cuando alcanza los 250 a 350 g, que es un peso fácilmente obtenible entre 5 a 6 meses (Castillo, 2003).

Según la FAO (1966), la tilapia nilótica es la de mayor producción a nivel mundial, junto al híbrido de tilapia roja. Este híbrido representa una especie de gran valor económico, debido a su fina textura y suave sabor (Castillo, 2003).

Las tilapias utilizadas para la presente investigación contaban con un aproximado de 75 días de edad al momento en que fueron sembradas de manera aleatoria en los diferentes sistemas acuapónicos, haciendo un total de 459 g de biomasa, distribuidos entre 48 peces.

Los parámetros a tomar en cuenta en la calidad del agua para un desarrollo óptimo de la tilapia son: el pH (6.5-9.0), temperatura (25°C-34°C), amoníaco (0.01ppm-0.1 ppm), nitrito (<0.75 ppm), nitrato (<40 ppm), fosfato (0.6ppm-1.5 ppm), y el oxígeno disuelto (>4.5 ppm) (FUNPROVER, s.f.).

De los parámetros antes mencionados, se midieron los siguientes: fosfato (PO_4^{3-}), acidez (pH),

amoníaco (NH₃), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃). Estas medidas fueron tomadas con el equipo API * Freshwater Kit.

Este experimento se realizó en el período febrero-junio del año 2015, iniciando el 14 de febrero y finalizando el 24 de junio del 2015, en una residencia del sector Arroyo Hondo, Distrito Nacional, República Dominicana, localizada en la latitud 18.4999309 y la longitud -69.9347439. Este período estuvo compuesto por 2 etapas: construcción de los sistemas y levantamiento de datos.

Diseño y descripción de los tratamientos

Los tratamientos estarán determinados por la densidad de biomasa en los tanques, distribuidos de la siguiente manera:

- SA2: Sistema de acuaponía con la densidad de siembra de 97 g biomasa por tanque.

- SA3: Sistema de acuaponía con la densidad de siembra de 149 g biomasa por tanque.

- SA4: Sistema de acuaponía con la densidad de siembra de 213 g biomasa por tanque.

La unidad experimental serán las plantas de lechuga romanas, con 10 repeticiones en cada tratamiento.

Se dividió las unidades experimentales en bloques completamente al azar, determinado por un gradiente definido por la intensidad de luz solar, según la posición en las que se encontraban en la cama de cultivo:

- Bloque A: recibieron más intensidad de luz solar.
- Bloque B: recibieron menos intensidad de luz solar.

Los resultados de las variables de las plantas del experimento fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el paquete estadístico Infostat * de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. También se realizaron pruebas de separaciones de medias utilizando la prueba de rango múltiples de Duncan con un nivel de confianza de 95 % ($p \leq 0,05$).

Construcción del sistema acuapónico

La etapa de construcción de los sistemas acuapónicos tuvo una duración de 14 semanas: inició el 14 de febrero y terminó el 23 mayo de 2015. Para llevar a cabo la construcción de este sistema se utilizaron 4 tanques cilíndricos de plástico azul de 24 pulgadas (61 cm) de altura y 22 pulgadas (55.9 cm) de diámetro, con capacidad 33 galones (125 litros) de almacenamiento. Para la cama de cultivo se modificaron 2 palés de madera con una división en el centro de cada una para formar dos camas de cultivo por cada palé, con dimensiones de 24" x 24" x 4" cada parte. Se incorporaron a cada palé 4 patas de 48" de altura aproximada. Una vez concluido con el montaje físico del sistema, se llenaron las camas con el sustrato gravilla.

Levantamiento de datos

Esta etapa tuvo una duración de 5 semanas inició el 23 mayo y finalizó el 27 de junio de 2015. Para realizar el levantamiento de datos en esta investigación se llevaron a cabo los siguientes pasos:

A. Al momento de la instalación del experimento, se midió la biomasa de cada tanque de agua con una balanza digital de precisión. Además, se midió la altura y el peso de las plantas, y los parámetros iniciales de calidad del agua.

B. Semanalmente, entre las 8:30 A.M. y 2:00 P.M. se realizaron muestreos y lectura de los prin-

cipales parámetros físicos de la calidad de agua (pH, amoníaco, nitrito, nitrato, fosfato) en los 4 tratamientos.

C. Se alimentaron los peces con alimento especial dos veces al día.

D. A las 5 semanas de iniciarse el experimento, se realizó una última recolección de datos que consistió en pesar la biomasa final de cada tanque; altura y peso final de las lechugas romanas; y los parámetros de la calidad del agua en ese último día del experimento.

Elemento	Parámetros	Rango óptimo	Instrumentos	Frecuencia
Agua	pH	6.5-9	API® Freshwater Master Test Kit	Semanal
Agua	Amoniaco (ppm)	0.01-0.1 ppm	API® Freshwater Master Test Kit	Semanal
Agua	Nitrito (ppm)	<0.75	API® Freshwater Master Test Kit	Semanal
Agua	Nitrato (ppm)	0-40	API® Freshwater Master Test Kit	Semanal
Agua	Fosfato (ppm)	0.6-1.5	API® Freshwater Master Test Kit	Semanal
Plantas	Altura (pulgadas)	6-8	Pie de rey	Inicio-final
Plantas	Peso (g)	300 g	Peso electrónico	Inicio-final
Peces	Peso (g)	150 g	Peso electrónico	Inicio-final

Tabla 1. Cuadro de levantamiento de datos (FUNPROVER, n. f.)

Variables de factibilidad técnica del cultivo de lechuga

La altura se midió al inicio y al final del experimento con un pie de rey, desde la base del cuello del tallo hasta el ápice de la rama de la lechuga que tenía el mayor fototropismo. Los resultados se expresaron en pulgadas.

El peso de la planta se midió al inicio y al final del experimento, en una balanza electrónica que arrojó los datos en gramos. Se tomó planta por planta y se colocó en dicha balanza, hasta terminar de recolectar la información de todas las unidades experimentales.

VARIABLES DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TILAPIA

La tasa de crecimiento de la tilapia se determinó mediante la medición del peso en gramos de los peces, al momento de ser sembrados en el sistema acuapónico, y al concluir el experimento 5 semanas después. La medición se realizó con la utilización de una balanza digital.

La tasa de supervivencia de la tilapia se determinó mediante la cuantificación de las tilapias, que sobrevivieron a las 5 semanas luego de sembradas en los tanques. La tasa de supervivencia (TS) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$TS = \frac{Tf \times 100}{Ti}$$

Donde:

TS= Tasa de Supervivencia (cantidad porcentual de peces que sobrevivieron en el experimento)

Ti= Tilapias vivas sembradas inicialmente

Tf=Tilapias vivas recolectadas finalmente

También se calculó la tasa de crecimiento específico, o Specific Growth Rate (SGR), que se utiliza para estimar la producción de biomasa por día luego de un período de tiempo en específico, con la fórmula:

$$SGR = \frac{\ln Wf - \ln Wi}{t} \times 100$$

Donde:

Wf: peso final.

Wi: peso inicial.

t: tiempo de cultivo expresado en días.

ANÁLISIS ECONÓMICO COSTO/BENEFICIO

Para obtener el análisis de rendimiento beneficio/costo, (RB/C) de la lechuga romana de los tratamientos, se tomó en cuenta el rendimiento en

gramos por metro cuadrado (g/m²), costo de producción, ingresos y precio de venta de la cosecha en pesos dominicanos (RD\$). Para esto se tomó en consideración un área de siembra de 0.6 m², que equivalen a las medida de la cama de siembra del sistema construido para llevar a cabo este experimento.

En este análisis no se considera la mano de obra como un costo, ya que las actividades de construcción y manejo del sistema fueron llevados a cabo en el núcleo familiar del hogar.

Esta variable se calculó, según la fórmula propuesta por Boardman, detallada a continuación:

$$RB/C = \frac{I - C}{C}$$

Donde:

RB/C: Relación Beneficio/Costo

I: Ingreso

C: Costo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros del agua

En cuanto al pH, el tratamiento SA1 tuvo un promedio de 7.84 durante las 5 semanas de muestras, mientras que los tratamientos SA2 y SA3 tuvieron 7.56, y el finalmente el SA4 obtuvo 7.48.

Las muestras de amoníaco se tomaron semanalmente y se mantuvieron en 0 ppm, excepto en la semana 2 y 4 en los tratamientos SA3 y SA4, donde aumentaron a 0.25 ppm.

Para los niveles de nitrito durante las 5 semanas de muestra, hubo un promedio de 0 ppm en el tratamiento SA1, mientras que en el tratamiento SA2 se obtuvieron valores alrededor de 0.23 ppm,

en el SA3 de 0.38 ppm y en el SA4 de 0.63 ppm.

Durante las 5 semanas de muestras, el nitrato dio un promedio de 0 ppm en el SA1; en el SA2 tenía concentraciones cercanas a 32 ppm, mientras que en el SA3 y SA4 oscilaban alrededor de 52 ppm.

El fosfato en el SA1 se mantuvo en valores de 0 durante todo el experimento, el SA2 obtuvo un promedio de 1.85 ppm, el SA3 en 4.2 ppm y el SA4 se mantuvo con valores cercanos a 4.1 ppm.

Se puede dilucidar que los parámetros que estuvieron dentro del rango óptimo en todos los tratamientos fueron la acidez, el amoníaco, y el nitrito. Sin embargo, el nitrato registró un nivel ligeramente mayor (52 ppm) que el rango óptimo (40 ppm) en los tratamientos SA3 y SA4. El fosfato también superó el rango óptimo (1.5 ppm) en todos los tratamientos, a excepción del grupo control, que tuvo valor 0 ppm.

Resultados de tilapias por tratamiento

Los resultados de peso de biomasa de peces por tanques en la primera toma en el SA1 fue de 0 g, ya que fue el grupo control (sin peces); en el SA2 de 97 g, en el SA3 de 149 g y en el SA4 de 213 g. Estos tres últimos tratamientos, contaban con 8, 24 y 16 peces respectivamente. Luego de concluidas las 5 semanas de la investigación, los resultados de peso del tanque SA1 fue 0g con 0 peces, el SA2 contó con 139 g distribuidos entre 7 peces; el SA3 mostró 188 g divididos entre 18 peces, y el SA4 con peso final de 260 g distribuidos entre 12 peces. Cada tanque tuvo un crecimiento distinto, en el SA1 no hubo crecimiento ya que era el grupo control; en el SA2 hubo un aumento de biomasa de 42 g; en el SA3 creció en biomasa 39 g; y en el SA4 aumentó 47 g. Esto arroja un aumento promedio de 42.7 g en todo el experimento. Además, arroja el resultado de que la biomasa final de cada tilapia en los diferentes tratamientos fue de 19.86 g, 10.44 g y 21.67 g respectivamente.

Tratamientos	Biomasa tanques inicial (g)	Cantidad peces inicial (unidad)	Biomasa/pez inicial (g)	Biomasa Tanque Final (g)	Cantidad peces final (unidad)	Biomasa/pez final (g)	Diferencia Biomasa tanques (g)	Diferencia Cantidad Peces (unidad)
SA1	0	0	0	0	0	0	0	0
SA2	97	8	12,13	139	7	19,86	42	1
SA3	149	24	6,21	188	18	10,44	39	6
SA4	213	16	13,31	260	12	21,67	47	4
TOTAL:	459	48	31,65	587	37	51,97	128	11

Tabla 2: Supervivencia y desarrollo de los peces durante el experimento.

La tasa de crecimiento específico (SGR), dio un resultado de 0% para el grupo SA1, un 1.028% para el grupo del SA2, un 0.665% para el SA3, y un 0.568% para el grupo SA4. Lo que significa un aumento diario de 0 g para el SA1, 0.43 g para el SA2, 0.26 g para el SA3 y 0.27 g para el SA4.

Se sembraron 48 peces en la totalidad de tratamientos y hubo una mortalidad de 11 peces, lo que implicó una tasa de supervivencia de 77.08% y una tasa de mortalidad de 22.9%. La tasa de mortalidad normalmente esperada en tilapias es de 33,25% para peces de 150 gramos, de 20% para peces de 50-266 gramos, y de 8% para peces mayores de esos gramos (Proyectos Peruanos, 2013).

Esto indica que la mortalidad total obtenida, cabe dentro de los parámetros normales en la crianza de tilapias.

Resultados del cultivo de lechuga romana

En la tabla 3 y tabla 4 se presentan los datos de la longitud inicial y final de la lechuga romana. También se detalla el peso de cada planta al final del experimento. Estas tablas están organizadas por bloques determinados por un gradiente de intensidad de luz a la que fueron expuestas las plantas de lechuga romana. A partir de estos datos se realizaron los análisis de varianza y separación de medias.

	UE	Inicial	Final	Peso	Inicial	Final	Peso
B1 (+sol)	3	1.6	3.1	0	1.0	6	5
	4	1.2	1.7	0	1.0	5.8	3
	5	1.0	2.4	0	1.2	5.6	38
	6	1.8	2.8	0	0.9	2.2	62
	7	1.7	2.6	0	1.0	3.7	43
B2 (-SOL)	1	0.9	2	0	1.5	4.7	2
	2	1.6	2.8	0	1.2	4.3	4
	8	1.4	2.9	0	0.9	4.1	7
	9	1.5	3.2	0	1.1	2.2	22
	10	1.6	3	0	0.8	7	5

Tabla 3: Resultados por tratamiento del desarrollo de las plantas en longitud y peso en los tratamientos SA1 y SA3.

	U.E.	SA2			SA4		
		Inicial	Final	Peso	Inicial	Final	Peso
B1(+sol)	1	1.4	6	4	1.1	4	4
	2	0.9	7.1	2	1.0	4.3	3
	3	1.2	7.4	1	1.1	4.2	3
	9	1.3	8.2	0	1.6	5.3	5
	10	1.2	7.3	2	1.1	5.1	4
B2(-sol)	3	1.1	6.4	5	1.4	4.7	2
	4	1.3	6.3	3	1.7	3.4	1
	5	1.0	7.6	1	1.1	4.8	4
	6	1.2	10	1	1.0	5.2	4
	7	1.1	8.9	1	1.3	4.5	2

Tabla 4: Tabla de los resultados por tratamiento del desarrollo de las plantas en longitud y peso en los tratamiento SA2 y SA4.

Análisis de varianza

Usando la variable de altura final como dependiente, el análisis de varianza muestra que solo los tratamientos SA3 y SA4 no presentan diferencias significativas a un grado 0.05 de significancia, por lo cual tuvieron crecimientos similares en cuanto a la altura de las plantas. Además, presentó que tampoco hay diferencias significativas en los bloques por intensidad de luz solar.

"Presentó que tampoco hay diferencias significativas en los bloques por intensidad de luz solar. "

Usando la variable peso final como dependiente, el análisis de varianza muestra que hubo diferencias muy significativas ($P=0.0008^{***}$) entre

el tratamiento de SA3 comparado con los tratamiento SA1, SA2 y SA4, que no variaron significativamente entre sí. No hay diferencias significativas en los bloques por la intensidad de luz.

Se tomaron unidades experimentales por cama, y se elaboró un promedio del tamaño al inicio y al final del experimento. En lo referente al tamaño de las plantas, el SA1 inició con un promedio de 1.4" y terminó con 2.65", implicando un crecimiento de 1.25 "; el SA2 y SA4 iniciaron con un promedio de altura de 1.2" y tuvieron 7.52" y 4.55" de altura final, lo que implica un crecimiento de 6.32" y 3.35" respectivamente. El tratamiento SA3 tuvo un tamaño inicial de 1.1" y un tamaño final de 4.56", significando un crecimiento de 3.46". Las plantas del tratamiento SA2 crecieron casi el doble que los demás tratamientos, mientras que el SA1 fue el que menos creció.

Se promedió el peso de las plantas en cada tratamiento, que sirvió como una de las variables para medir su desarrollo. Como todas las plántulas de lechuga contaban con la misma edad, todos los tratamientos tuvieron un peso promedio inicial de 0.3 g. Luego de transcurridas las 5 semanas del experimento, el SA1 tuvo un peso promedio final de 0.5 g, implicando aumento de 0.2 g; el SA2 de 2.0 g, significando un aumento de 1.7 g; el SA3 de 19.1 g, teniendo un incremento de 18.8 g; y el SA4 de 3.4 g, con un crecimiento de 2.9 g.

Resultados de análisis económico

•Costo de instalación

La inversión inicial para la construcción de un sistema acuapónico de inundación y drenaje con sustrato de gravilla, con una cama de cultivo de 0.6 m² y un tanque de 125 L, fue de RD\$7,012.00 pesos en todos los tratamientos.

En cuanto al mantenimiento del sistema, tiene un costo anual de RD\$4,178.00, para el tratamiento SA1; de RD\$4,384.30 para el tratamiento SA2; de RD\$4,797.00 para el tratamiento SA3; y de RD\$4,590.70 para el tratamiento SA4.

•Ingresos

La altura ideal de cosecha de la lechuga romana es entre 6" y 8". Basándonos en el promedio de la tasa de crecimiento de la lechuga romana para cada uno de los tratamientos, y tomando en cuenta que la lechuga romana vale alrededor de RD\$45.00 la unidad³ de venta, se estimaron los ingresos.

Para una cosecha de lechuga anual, el tratamiento SA2 es el que se proyecta con mayores

ingresos, ya que su tasa de crecimiento es de 1.5 pulgadas por semana. Esto lleva a estimar que su cosecha se realiza a las 7 semanas de desarrollo, teniendo una producción anual de 70 unidades de lechuga. Esto generaría un ingreso de RD\$2,835.00 anual. Mientras que los tratamientos SA3 y SA4 mantuvieron ingresos similares de RD\$1,620.00, con una cosecha anual de 40 unidades. Por el contrario, el SA1 no mostró ningún ingreso anual.

En cuanto a las tilapias, la cosecha se realiza cada 6 meses, donde alcanzaría un peso aproximado de 300 gr (Reyes, s.f.), que es cuando se consideran importantes en el mercado. Manteniendo todos los elementos en un estado constante, y calculando el SGR de todos los tratamientos constantes durante 183 días (6 meses), podemos proyectar el desarrollo que tendrán los peces en los diferentes tratamientos. Agregando que la libra de tilapia vale alrededor de RD\$104.00⁴, se pudo realizar las siguientes proyecciones económicas.

El tratamiento SA2 alcanzará un peso de 175.69 g al término de la cosecha, lo que lleva a concluir que ninguna tilapia de dicho tratamiento puede venderse en el mercado. Al proyectar el peso final del SA3, se concluye que tendrá 196.58 g. Esto significa que tampoco alcanza el peso deseado por el mercado. En el caso del SA4, se proyecta un peso final de 262.41 gr, por lo que se concluye que ninguna tilapia de este tratamiento podrá ser comerciable.

Relación de beneficio/costo

Esta variable se calculó, según la fórmula propuesta por Boardman detallada en la metodología. Si el resultado es mayor que 1, presenta una

3 El precio basado en un promedio de 4 cadenas diferentes de distribuidores de alimentos.

4 El precio basado en un promedio de 4 cadenas diferentes de distribuidores de alimentos.

ganancia, y si es menor a 1 presenta pérdidas. Como se muestra en la tabla 5, la relación beneficio/costo es negativo para todos sus tratamientos.

Por lo que se demuestra que el sistema doméstico de acuaponía que se levantó en la actual investigación, no es factible económicamente.

Tratamiento	Costo	Ingreso	(I-C)	(I-C)/C
SA1	\$11,190.00	\$ 0	-\$ 11,190.00	1
SA2	\$11,396.30	\$ 2,835.00	-\$ 11,190.01	0.75
SA3	\$11,809.00	\$ 1,620.00	-\$ 11,190.02	0.86
SA4	\$11,602.70	\$ 1,620.00	-\$ 11,190.03	0.86

Tabla 5: Detalle de la relación costo/beneficio por tratamiento de 4 sistemas acuapónicos.

Conclusiones

A partir de los datos recolectados y analizados en este proyecto de investigación, se concluye que:

La concentración de los parámetros del agua observados durante el experimento (amoníaco, nitrito, nitrato, fosfato, acidez), no llegaron a representar niveles tóxicos para los peces, a pesar de que llegaron a límites muy cercanos a la tolerancia de los mismos; a excepción de los niveles del nitrato y el fosfato, que sobrepasaron los límites en el SA3 y en el SA4, dando a dilucidar el grado de tolerancia de estos parámetros fuera del rango óptimo por parte de las tilapias. Se cree que dichos sistemas produjeron mayor cantidad de nutrientes que la capacidad de autorregulación del mismo.

"Con este estudio se abren las puertas a la investigación de acuaponía en República Dominicana, como una alternativa de producción acuícola e hidropónica, y se anima al estudio de la complejidad de este mini ecosistema."

El tratamiento SA2 tuvo mayor crecimiento en altura que los demás tratamientos, sin embargo, el SA3 tuvo mayor desarrollo en biomasa, a pesar de que sus plantas no era el grupo que recibía mayor cantidad de nutrientes. Al ver que el factor biomasa depende de la cantidad de hojas de la planta de lechuga romana, se concluye que la mejor cama de acuaponía con sustrato de gravilla dentro del actual experimento para el desarrollo de lechuga romana fue la SA3. Esto da la oportunidad de continuar indagando en el tema, y observar el desenvolvimiento en otros experimentos similares.

Para que el sistema acuapónico utilizado en este estudio pueda brindar un beneficio económico en el primer año de instalación, tanto las plantas como los peces deberán estar en su óptimo crecimiento. Por otro lado, otros beneficios que puede brindar son ornamentales, producción para el autoconsumo, produc-

ción de alimentos orgánicos y para la recreación familiar.

Los datos recolectados de los tanques de las tilapias arrojan que el SA4 tuvo mayor desarrollo que los demás tanques. Se cree que dicho tanque recolectaba los parámetros químicos del agua adecuados para su desarrollo, así como el espacio indicado.

Con este estudio se abren las puertas a la investigación de acuaponía en República Dominicana, como una alternativa de producción acuícola e hidropónica, y se anima al estudio de la complejidad de este mini ecosistema.

Referencias

- Alicorp. (2012). Manual de crianza de tilapia. Recuperado de: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Caló, P. (2011). Introducción a la Acuaponía. Argentina: Centro Nacional de Desarrollo Acuícola.
- Castillo, L. F. (2003). La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia. Recuperado de: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>
- Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF) (1999, Marzo). Guía Técnica No. 34. Serie de cultivos: Cultivo de lechuga romana y apio. Recuperado de: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/lechugapio.pdf>
- Colagrosso, A. (2015). Instalación y manejo de sistemas de cultivo acuapónicos a pequeña escala. Italia: Youcanprint Self-Publishing.
- Flores, L. G. y Madrid, J. R. (2013). Comparación de la producción de lechuga romana de los cultivos Maximus, Locarno, Versai y Kristine en acuaponía con tilapia en Zamorano. (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) (Sin fecha). Manual de producción de Tilapia con especificaciones de calidad e inocuidad. Recuperado de: <http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf> Veracruz, México.
- Guzmán, R. y Moreno, L. (2011, mayo). La Acuaponía: Una estrategia interdisciplinaria generadora de conocimiento en la Escuela Normal Superior de Gacheta. Recuperado de: <http://escuelanormal-superiordegacheta.files.wordpress.com/2011/05/articulonormal-gacheta.pdf>
- Proyectos Peruanos (2014). Crianza y producción de Tilapia. (Sección de 3.3 de La Producción, párr. 4.) Recuperado de <http://proyectosperuanos.com/tilapias/>
- Reyes, M. (2014, diciembre 28). Capacitan sobre calidad de agua y diseño de sistema en acuaponía. En Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Recuperado de <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=1864>
- Reyes, M. (Sin Fecha). Datos generales sobre el cultivo de Tilapia en R.D. República Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) (no publicado).

Evaluación del Estado Nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados

Assessment of Nutritional Status and related factors in institutionalized adults over 60 years

Carolina Patricia Guzmán Rodríguez(1), Karina Delmonte(2), Fabiola Rodríguez(3), Zahira Quiñones(4), Nelson Martínez(5), Carolina Castellanos(6)

<https://doi.org/10.29197/pqs.n3.2017.04>

1. Profesora por Asignatura del Departamento de Nutrición y Dietética
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
c.guzman@ce.pucmm.edu.do

2. Profesora por Asignatura del Departamento de Nutrición y Dietética
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
k.delmonte@ce.pucmm.edu.do

3. Egresada del Departamento de Nutrición y Dietética
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
hifabby@hotmail.com

4. Coordinadora de la Unidad Técnico Asesora de Investigación
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
zquinones@pucmm.edu.do

5. Asistente de Investigación del Departamento de Nutrición y Dietética
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
nl.martinez@ce.pucmm.edu.do

6. Profesora de Medio Tiempo del Departamento de Nutrición y Dietética
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) República Dominicana
carolinacastella@gmail.com

Resumen

El propósito de este trabajo fue evaluar estado nutricional y sus factores relacionados en adultos mayores de 60 años mediante un estudio descriptivo transversal durante período enero-marzo del 2016, en el Hospicio San Vicente de Paúl de la ciudad de Santiago de los Caballeros. Se utilizó un cuestionario de 41 preguntas y se tomaron medidas antropométricas. Se determinó que un 34.1% de la población presentaba riesgo de desnutrición, mientras que un 9.8% se encontraba desnutrida. Además, un 12.2% presentaba una mala salud bucal, un 34.1% tuvo buena percepción de los sabores, un 9.7% manifestó depresión y un 34.1% tuvo disfunción familiar severa. Por otro lado, no se encontró relación estadísticamente significativa entre el estado nutricional y las variables anteriormente mencionadas. Un 43.9% de los envejecientes se encuentra en un estado nutricional inadecuado, por lo que es necesario realizar medidas preventivas para la desnutrición.

Palabras claves:

Estado nutricional, adulto mayor de 60 años, factores relacionados.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the nutritional status and its factors in adults over 60 years old through a descriptive, cross-sectional study in the period of January-March 2016, at the San Vicente de Paul Hospice in the city of Santiago de los Caballeros. A questionnaire of 41 questions was used and anthropometric measures were taken. It was determined that 34.1% of the population was at risk of malnutrition, while 9.8% were malnourished. In addition to this, 12.2% had poor oral health, 34.1% had good perception of flavors, 9.7% manifested depression and 34.1% had severe family dysfunction. On the other hand, no statistically significant relationship was found between nutritional status and the variables mentioned above. A 43.9% of the elderly are in an inadequate nutritional status, so preventive measures for malnutrition are necessary.

Key words:

Nutritional status, elderly, related factors.

Introducción

La vejez es una de las etapas del ser humano con más transiciones, como son los cambios fisiológicos (problemas de masticación, disminución del apetito y sabor) y cambios psicológicos (depresión, soledad, demencia, entre otros) (Alvarado García et al. 2014). A éstos se le suman los cambios sociales que comprenden el entorno que rodea a dicha población dígase el hogar, institución, hospital entre otros. Algunos adultos mayores de 60 años permanecen en sus hogares atendidos y rodeados por sus familiares, en cambio, otros permanecen en instituciones conocidas como asilos u hogares de adultos mayores de 60 años. Estos centros se encargan de brindarles comida, techo y atenciones, ya que la mayoría no cuenta con el respaldo de sus familiares o amigos. Un 33% de los adultos mayores de 65 años presenta algún déficit nutricional. Investigaciones en diferentes países indican que un gran porcentaje de la población anciana ingiere menos del 75% de las cantidades de nutrientes recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Castellanos Puerto, 2007). Para medir el estado nutricional es necesario realizar una serie de pruebas y evaluaciones. Entre las herramientas de cribado nutricional se encuentran la Mini Nutritional Assessment (MNA) y la Mini Nutritional Assessment Short Form (MNA-SF), las cuales incluyen cribaje nutricional y las mediciones antropométricas, por lo que son útiles al momento de evaluar el estado nutricional de un adulto mayor de 60 años.

Una investigación realizada en México anali-

zó la información de 5,480 adultos mayores de 60 años de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y determinó que un 40% no tenía seguridad social y un 2% presentaba desnutrición (Shamah-Levy et al. 2008). Otro estudio realizado en la India con 360 adultos mayores de 60 años empleó el MNA y otras pruebas y obtuvo como resultado un 15% de desnutrición, un 55% estaban en riesgo de desnutrición y un 30% de eunutruidos. Un 59.5% tenía problemas de masticación y deglución, mientras que un 54.25% pérdida de apetito. (Agarwalla et al., 2015).

Con respecto a la institucionalización, un estudio realizado en Cuba valoró el estado nutricional de 643 adultos mayores a través del MNA en tres escenarios diferentes: comunidad, hospital geriátrico y hogar de adultos mayores. Se determinó que los adultos mayores que residían en una comunidad presentaron un 2.7% de desnutrición, los del hogar de adultos mayores (institucionalizados) la tasa global de desnutrición fue de un 95.3%. Sin embargo, los adultos mayores del hospital geriátrico presentaron un 91.6% de desnutrición. Esto indica que verdaderamente el estar fuera de su ámbito natural sí afecta el estado nutricional. Los centros deben tener en cuenta el problema existente en la nutrición y corregirlo, tomando las medidas necesarias para un temprano reconocimiento y tratamiento (González Hernández et al., 2007).

En el mismo orden, un estudio multicéntrico en España con 873 pacientes institucionalizados mayores de 65 años, evaluados por el MNA-SF, determinó que un 42.1% de los adultos mayores de 65 años estaban bien nutridos. Además, al re-

"Investigaciones en diferentes países indican que un gran porcentaje de la población anciana ingiere menos del 75% de las cantidades de nutrientes recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS)"

lacionar la desnutrición con la edad, pudo identificar que en los adultos de 65-74 años, un 52.6% estaban bien nutridos, de 75-84 años un 40.2%, de 85-94 años un 43.8% y en los mayores de 95 años un 24%. Mediante estos resultados se demuestra que a medida que aumenta la edad, el estado nutricional de los adultos mayores de 65 años se va deteriorando, por lo que se debe velar por la prevención en los ancianos de menor edad y el manejo adecuado en seniles con edad avanzada (de Luis et al., 2011). Por otro lado, una investigación realizada en el mismo país determinó que la demencia también es un factor detonante para la malnutrición, llegando a superar a la institucionalización, al utilizar el MNA en adultos mayores con demencia y encontrar un 41% de malnutrición y un 56.6% de riesgo de padecer malnutrición (Carmina Martín et al., 2012).

Debido a que los adultos mayores de 60 años tienen un riesgo elevado de presentar desnutrición y la institucionalización en hogares de atención puede aumentar dicho riesgo, se llevó a cabo la presente investigación, con la finalidad de evaluar el estado nutricional y sus factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados en el Hospicio San Vicente de Paúl de la Ciudad de Santiago de los Caballeros.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo transversal de fuente primaria en 41 adultos mayores de 60 años institucionalizados en el Hospicio San Vicente de Paúl (de un total de 78) de la provincia Santiago. Los criterios de inclusión fueron: adultos mayores de 60 años institucionalizados que firmaran el consentimiento informado y que no tuvieran ninguna enfermedad mental. Por otro lado, los criterios de exclusión fueron: adultos mayores de 60 años encamados y los que no do-

minaran el idioma español. Un total de 37 personas no fueron incluidos por presentar demencia y/o estar encamados. Como el objetivo de esta investigación fue evaluar el estado nutricional y sus factores relacionados, estos últimos se midieron a través de tres tipos de factores: fisiológicos, psicológicos y sociales. Se consideraron la salud oral y la percepción de sabores como factores fisiológicos. Por su parte, los síntomas depresivos fueron catalogados como factores psicológicos y las relaciones intrafamiliares fueron consideradas como factores sociales. Además, se tomaron en cuenta las características sociodemográficas de la población (sexo, edad, estado civil y procedencia). El instrumento de recolección estuvo compuesto por: Mini Nutritional Assessment Short Form (MNA-SF) para determinar el estado nutricional, BECK II (corto) para determinar síntomas depresivos, GOHAI para la salud oral, APGAR para las relaciones intrafamiliares y análisis sensorial para medir la intensidad de la percepción de los sabores. Este último se realizó mediante una prueba de percepción de sabores con los 4 sabores (amargo, dulce, salado y ácido) diluidos en agua por separado. Con respecto a las medidas antropométricas, se utilizó una balanza marca SECA para obtener el peso y un tallímetro marca FIBERGLASS para medir la talla y la circunferencia de pantorrilla. Posteriormente, se procedió a calcular el índice de masa corporal (IMC) con el peso en kg y la talla en m².

El procesamiento de los datos fue realizado con el programa Microsoft Excel versión 2016. En cambio, el análisis estadístico se realizó mediante el software Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 23. Dicho análisis se llevó a cabo de dos formas: la primera fue de forma descriptiva mediante frecuencias y porcentajes de las variables. La segunda fue inferencial mediante la prueba de hipótesis de chi cuadrado. Esta investi-

gación fue aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias de la Salud (COBE-FACS) de la PUCMM ya que cumplió con los principios de autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia. Cabe destacar que se obtuvo el consentimiento informado de los participantes antes de realizar el procedimiento de recolección de la información.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Un 51.2% de los participantes del estudio eran hombres, un 41.5% tenía edad de 71 a 80 años, un 53.7% eran solteros y un 63.4% eran procedentes de la provincia Santiago (ver tabla 1).

	No.	%
Sexo		
Mujer	20	48.8
Hombre	21	51.2
Edad		
60-70	5	12.2
71-80	17	41.5
81-90	14	34.1
>90	5	12.2
Estado civil		
Soltero	22	53.7
Unión libre	0	0
Casado	1	2.4
Viudo	18	43.9
Procedencia		
Santiago	26	63.4
La Vega	1	2.4
San Francisco de Macorís	1	2.4
Salcedo	2	4.9
Barahona	1	2.4
Montecristi	2	4.9
Extranjero	2	4.9
Puerto Plata	2	4.9
Moca	1	2.4
Bonao	1	2.4
Cotuí	1	2.4
Santiago Rodríguez	1	2.4

Tabla 1. Características sociodemográficas de los adultos mayores de 60 años participantes del estudio.

	No.	%
Mini Nutritional Assesment Short-Form (MNA-SF)		
Normal	23	56.1
Riesgo de desnutrición	14	34.1
Desnutrición	4	9.8
Índice de salud oral geriátrico (GOHAI)		
Excelente salud bucal	15	36.6
Buena salud bucal	21	51.2
Mala salud bucal	5	12.2
Análisis sensorial para diagnosticar disgeusia		
Excelente percepción de los sabores	27	65.9
Buena percepción de los sabores	14	34.1
Test de BECK II-corto		
Normal	37	90.2
Depresión leve	3	7.3
Depresión moderada	1	2.4
Relaciones interfamiliares (APGAR)		
Función normal	20	48.8
Disfunción leve	3	7.3
Disfunción moderada	4	9.8
Disfunción severa	14	34.1

Tabla 2. Test realizados a los adultos mayores de 60 años institucionalizados.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

Dentro de los hallazgos, un 34.1% de los adultos mayores de 60 años se encontraba en desnutrición y un 9.8% estaban desnutridos. De forma similar, un 12.2% presentaba una mala salud bucal, un 34.1% tenía una buena percepción de los sabores, un 9.7% tenía depresión y un 52.2% tenía disfunción familiar (ver tabla 2)

Mini Nutritional Assesment Short-Form (MNA-SF)				
Índice de Salud Oral Geriátrico (GOHAI)	Normal (n=23)	Riesgo de desnutrición (n=14)	Desnutrición (n=4)	
Excelente salud bucal	11(73.3%)	2(13.3%)	2(13.3%)	15
Buena salud bucal	11(52.4%)	9(42.9%)	1(4.8%)	21
Mala salud bucal	1(20.0%)	3(60.0%)	1(20.0%)	5
$X^2=6.627$	$GI=4$	$p=0.157$	Total 41	

Tabla 3. Relación de la salud oral con el estado nutricional.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

En cuanto a la relación de la salud bucal y el estado nutricional, se determinó que los que te-

nían excelente salud bucal, presentaban desnutrición en un 13.3%, mientras que los que tenían una mala salud bucal, presentaban desnutrición en un 20%. Por lo tanto, la mala salud bucal pudiera relacionarse con la desnutrición. No obstante, no hubo relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas ($p>0.05$) (ver tabla 3).

Mini Nutritional Assesment Short-Form (MNA-SF)				
Análisis sensorial para diagnosticar disgeusia	Normal (n=23)	Riesgo de desnutrición (n=14)	Desnutrición (n=4)	
Excelente percepción de los sabores	16(59.3%)	10(37.0%)	1(3.7%)	27
Buena percepción de los sabores	7(50.0%)	4(28.6%)	3(21.4%)	14
Mala percepción de los sabores	0	0	0	0
$X^2=3.303$	$GI=2$	$p=0.192$	Total 41	

Tabla 4. Relación de la percepción de sabores con el estado nutricional.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en

adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

Con respecto a la disgeusia y el estado nutricional, los resultados indican que los presentaban una excelente percepción de sabores, tenían desnutrición en un 3.7%, mientras que los que presentaban una buena percepción de sabores, tenían

desnutrición en un 21.4%. Por ende, una excelente percepción de sabores, podría relacionarse con una menor desnutrición. Sin embargo, no hubo relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas ($p>0.05$) (ver tabla 4).

Mini Nutritional Assesment Short-Form (MNA-SF)				
Test de BECK II-corto	Normal	Riesgo de desnutrición	Desnutrición	
Normal	22(59.5%)	11(29.7%)	4(10.8%)	37
Depresión	1(25%)	3 (75%)	0 (0%)	4
$X^2=6.896$	$Gf=2$		$p=0.186$	Total 41

Tabla 5. Relación de la depresión con el estado nutricional.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

Según los resultados en la relación entre depresión y estado nutricional, se encontró que los adultos mayores de 60 años que no presentaron

ningún síntoma depresivo tenían un riesgo de desnutrición en un 29.7%, mientras que los que tenían síntomas depresivos, presentaban riesgo de desnutrición en un 75%. Por lo visto, la depresión podría relacionarse con la desnutrición. No obstante, no hubo relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas ($p>0.05$) (ver tabla 5).

Mini Nutritional Assesment Short-Form (MNA-SF)				
Relaciones intrafamiliares (APGAR)	Normal (n=23)	Riesgo de desnutrición (n=14)	Desnutrición (n=4)	
Función normal	10(50.0%)	8(40.0%)	2(10.0%)	20
Disfunción leve	3(100.0%)	0 (0%)	0 (0%)	3
Disfunción moderada	3(75.0%)	1(25.0%)	0 (0%)	4
Disfunción severa	7(50.0%)	5(35.7%)	2(14.3%)	14
$X^2=3.823$	$Gf=6$		$p=0.701$	Total 41

Tabla 6. Relación de las relaciones intrafamiliares con el estado nutricional.

Fuente: Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores de 60 años institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

De acuerdo con los resultados de la relación de APGAR familiar y el estado nutricional, los adultos mayores de 60 años que tenían una funcionalidad familiar normal, presentaban desnutrición en un 10%, mientras que los que tenían una disfunción severa, presentaban desnutrición en un 14.3%. Por lo tanto, la disfunción familiar podría relacionarse con la desnutrición. Sin embargo, no hubo relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas ($p > 0.05$) (ver tabla 6).

De acuerdo con los resultados de la investigación, la mayoría de los adultos mayores de 60 años institucionalizados tenían un estado nutricional normal. No obstante, un 34.1% tenía riesgo de desnutrición y un 9.8% estaban desnutridos. En cuanto a los factores fisiológicos relacionados con estado nutricional en los adultos mayores de 60 años, se determinó que los pacientes que tenían una buena salud bucal en su gran mayoría tenían un estado nutricional normal. Además, los que tenían una mejor percepción de los sabores de los alimentos presentaban un mejor estado nutricional. De forma similar, con respecto a los factores psicológicos relacionados al estado nutricional, los adultos mayores de 60 años que no presentaban depresión se encontraban en mejor estado nutricional. Por último, en referencia a los factores sociales relacionados el estado nutricional se identificó que la gran mayoría de los adultos mayores de 60 años que tenían disfunción fami-

liar severa presentaban desnutrición. No obstante, cabe destacar que no se obtuvo significancia estadística al analizar la relación de los factores mencionados con el estado nutricional en los adultos mayores de 60 años.

En una investigación realizada en Venezuela referente al estado nutricional de adultos mayores de 60 años institucionalizados en la que utilizaron el Mini Nutritional Assessment (MNA), determinaron que la mayoría de los participantes se encontraba eunutridos y en riesgo nutricional,

"En referencia a los factores sociales relacionados el estado nutricional se identificó que la gran mayoría de los adultos mayores de 60 años que tenían disfunción familiar severa presentaban desnutrición."

mientras que un mínimo porcentaje se hallaba en malnutrición (Rodríguez et al., 2005). Del mismo modo, en la presente investigación se utilizó una herramienta similar para valorar el estado nutricional, Mini Nutritional Assessment Short Form (MNA-SF). Los resulta-

dos arrojaron valores similares a la investigación realizada en Venezuela (la mayoría bien nutridos y la minoría desnutridos), por lo que se puede concluir que la prevalencia de desnutrición en adultos mayores de 60 años institucionalizados en nuestro país es similar a la de Venezuela. Esto se debe a que ambos instrumentos de evaluación están relacionados directamente, debido a que el MNA-SF es la versión corta del MNA, siendo una herramienta de evaluación nutricional fácil de realizar para esta población debido a que tiene la mitad del total de preguntas del MNA y, por ende, requiere un menor tiempo para su aplicación (de Luis et al., 2011).

Un factor que se relaciona con el estado nutricional es la salud bucal, por lo que una investigación realizada en España destaca que la pérdida

de dientes, uso de prótesis dentales y disfagia provocan problemas nutricionales, debido al tipo de alimentos blandos que deben ingerir los adultos mayores de 60 años como, por ejemplo, alimentos triturados a base de purés (Jürschik Giménez et al., 2009). En la presente investigación se utilizó el cuestionario GOHAI para valorar la salud bucal. Este cuestionario permite valorar la pérdida dental, dentadura postiza, dolor con la masticación, entre otros aspectos. Los resultados obtenidos indican que los adultos mayores de 60 años con una mala salud oral tienen más desnutrición, en comparación con los que tienen una buena salud oral. De forma similar, mediante el análisis sensorial, pudo determinarse que los adultos mayores de 60 años con buena percepción de sabores tienen mayor desnutrición que los que tienen una excelente percepción de sabores. Aunque no se identificaron adultos mayores de 60 años con una mala percepción de sabores, es probable que los que la tengan, presenten un peor estado nutricional que los que tienen una buena percepción de sabores. Por lo tanto, la salud bucal juega un papel fundamental para tener un buen estado nutricional. Esto puede ser explicado por el tipo de dieta que tienen algunos adultos mayores de 60 años, ya que mientras menos sólida sea la dieta, es posible que los nutrientes sean reducidos y se dificulte el proceso habitual de digestión, que abarcaría la masticación y la deglución.

Otro aspecto a tomar en consideración son los síntomas depresivos. Un estudio llevado a cabo en Cuba destaca que los adultos mayores de 60 años se preocupan mucho por su estado de salud, por

lo que están predispuestos a ponerse nerviosos y molestos. Además, señala que un gran porcentaje de los adultos mayores de 60 años institucionalizados opinan que los hogares de adultos mayores de 60 años son segundos hogares, ya que reciben buenas atenciones por parte del personal de la institución (Soria Bell & Rodríguez Jaif, 2002). Del mismo modo, en la presente investigación se encontró que la mayoría de los adultos mayores de 60 años institucionalizados consideran que los asilos son buenos lugares para vivir, puesto que son bien tratados por el personal. Esto podría corroborarse con los resultados obtenidos del Test de BECK II (corto), ya que la mayoría de los adultos mayores de 60 años no presentaron síntomas depresivos y de éstos, un gran porcentaje tenían un estado nutricional normal. Aunque una pequeña cantidad de los participantes del estudio tuvo depresión severa, su estado nutricional tampoco se vio afectado. Esto sugiere que las buenas atenciones

"Un factor que se relaciona con el estado nutricional es la salud bucal, por lo que una investigación realizada en España destaca que la pérdida de dientes, uso de prótesis dentales y disfagia provocan problemas nutricionales."

que ofrecen los asilos, puede ser un factor protector para el desarrollo de depresión. No obstante, es importante señalar que sí hubo una diferencia marcada en cuanto al riesgo de desnutrición, ya que los adultos mayores de 60 años que tuvieron depresión presentaban un riesgo de desnutrición mayor en un 75%, en comparación con los que los que no tenían depresión, que solo tenían un 29.7% de riesgo de desnutrición. Esto sucede porque la depresión puede provocar cambios de apetito y pérdida de peso, lo que llevaría a una desnutrición.

Con respecto al papel de las relaciones intrafamiliares, otro estudio realizado en Venezuela comparó el estado nutricional en adultos mayores de 60 años institucionalizados y no institucionalizados.

zados, demostrando que estos últimos tienen un mejor estado nutricional, favorecido por el apoyo que reciben los adultos mayores de 60 años por parte de sus familiares (Díaz et al., 2005). De forma similar, la presente investigación identificó que los adultos mayores de 60 años que tenían una funcionalidad familiar normal presentaban menor desnutrición en comparación con los que tenían una disfunción familiar severa. Por lo tanto, la familia de un adulto mayor de 60 años juega un papel crucial en su estado nutricional, ya que su presencia y apoyo favorecen la alimentación y el estado de ánimo de los adultos mayores de 60 años.

En resumen, se puede afirmar que la mayoría de los adultos mayores de 60 años residentes en el Hospicio San Vicente de Paúl presentan un buen estado nutricional. No obstante, es muy importante valorar frecuentemente su salud bucal, mental y sus relaciones familiares, ya que estos factores pueden afectar negativamente su estado nutricional. Además, pueden implementarse ciertas medidas que favorezcan a permanecer con un estado nutricional adecuado, como son: menú variado con alimentos saludables que cumplan los requerimientos nutricionales de los adultos mayores de 60 años; contar con un estomatólogo y un geriatra que den seguimiento a la salud bucal y general de los adultos mayores de 60 años; dar asistencia psicológica para los adultos mayores de 60 años, con la finalidad de prevenir y/o controlar los episodios depresivos; y propiciar más involucramiento de las familias de los adultos mayores de 60 años, con la finalidad de mejorar sus estados de ánimo y su percepción de las relaciones intrafamiliares.

Para futuros trabajos de investigación nutricional con adultos mayores de 60 años, se podrían tomar en cuenta algunas mediciones como son

las pruebas de xerostomía, estreñimiento y trastornos de la conducta alimentaria, ya que los problemas de salivación, defecación y psiquiátricos, respectivamente, son variables que influyen en el estado nutricional de los adultos mayores de 60 años. Con respecto a las fortalezas del estudio, los instrumentos utilizados en esta investigación han sido implementados en otras investigaciones internacionales, lo que favorece la comparación de los resultados. Dentro de las debilidades del estudio, se destacan el pequeño tamaño muestral, la falta de pruebas bioquímicas, recursos económicos y tiempo, los cuales condicionaron a que no se tomaran en cuenta otros factores como morbilidades, hábitos tóxicos y actividad física. Es probable que los resultados hubiesen sido estadísticamente significativos al contar con un mayor tamaño muestral. Por su parte, debido a que no se contaba con recursos suficientes, no fue posible realizar otras mediciones antropométricas por medio de un plicómetro y tampoco pudieron valorarse los parámetros bioquímicos en los participantes del estudio, como son pruebas de glicemia, colesterol, triglicéridos, enzimas hepáticas, funciones tiroidea y renal, entre otras.

Conclusiones

Tras culminar esta investigación, se pudo observar que la mayoría de los envejecientes presentaron un buen estado nutricional, una buena salud bucal, una excelente percepción de los sabores, ausencia de síntomas depresivos y relaciones intrafamiliares normales. Ninguno de los factores fisiológicos, psicológicos y sociales evaluados se relacionó estadísticamente con el estado nutricional de los adultos mayores de 60 años institucionalizados. Sin embargo, los datos sugieren que una mala salud oral, una mala percepción de sabores, la depresión y la disfunción familiar severa podrían relacionarse con la desnutrición, por lo

que se necesitan más investigaciones que comprueben esta hipótesis.

Referencias

Alvarado García, Alejandra María, Salazar Maya, Ángela María. (2014). Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*. 25(2), 57-62.

Castellanos Puerto E (2007). Inmunonutrición en el adulto mayor. *Rev Cubana Med Gen Integr*. 23(4):1-14.

Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Morales-Ruán C, Cervantes-Turrubiates L, Villalpando-Hernández S (2008). Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional. *Salud pública Méx*. 50 (5): 383-389.

Agarwalla R, Saikia AM, Baruah R (2015). Assessment of the nutritional status of the elderly and its correlates. *J Fam Community Med*. 22:39-43.

González Hernández A, Cuyá Lantigua M, González Escudero H, Sánchez Gutiérrez R, Cortina Martínez R, Barreto Penié J, et al. (2007). Estado nutricional de adultos mayores cubanos atendidos en 3 escenarios diferentes: Comunidad, servicio de geriatría, hogar de adultos mayores de 60 años. *ALAN*. 57(3): 266-272.

de Luis DA, López Mongil R, González Sagrado M, López Trigo JA, Mora PE, Castrodeza Sanz J (2011). Evaluation of the mini-nutritional assessment short-form (MNA-SF) among institutionalized older patients in Spain. *Nutr. Hosp*. 26 (6): 1350-1354.

Camina Martín MA, Barrera Ortega S, Domínguez Rodríguez L, Couceiro Muiño C, de Mateo Silleras B, Redondo del Río MP (2012). Presencia

de malnutrición y riesgo de malnutrición en adultos mayores institucionalizados con demencia en función del tipo y estadio evolutivo. *Nutr. Hosp*. 27 (2): 434-440.

Rodríguez N, Hernández R, Herrera H, Barbosa J, Hernández-Valera Y (2005). Estado nutricional de adultos mayores institucionalizados venezolanos. *Invest. Clín*. 46 (3): 219-228.

Jürschik Giménez P, Botigué Satorra T, Nuín Orrio C, Lavedán Santamaría A (2009). Influencia de la textura de la dieta sobre el estado nutricional en adultos mayores. *Gerokomos*. 20 (3): 105-108.
Soria Bell B & Rodríguez Saif AJ (2002). Análisis de los aspectos psicológicos y sociales más relevantes en adultos mayores institucionalizados. *Rev Cubana Enfermería*. 18 (2): 116-121.

Díaz N, Meertens L, Solano L, Peña E (2005). Caracterización Nutricional Antropométrica de Adultos mayores Institucionalizados y no Institucionalizados. *Invest. Clín*. 46 (2): 111-119.

Delmonte Veras KA, Rodríguez Peña F, Guzmán Rodríguez CP. (2016). Evaluación del estado nutricional y factores relacionados en adultos mayores institucionalizados. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.

Política de publicación

La revista *Pesquisas* está compuesta por artículos de investigación, es decir, artículos que informan el resultado de investigaciones, de las ramas de interés para la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. El contenido de los mismos no busca que cada uno de los artículos expresen explícitamente los requisitos a cumplir como normativa de publicación dividiéndolo en secciones, por el contrario, procuramos una lectura fluida, si es necesario dividida en las partes que el autor entienda necesarias.

Pesquisas es arbitrada por expertos internacionales utilizando el sistema (peer review). Cada artículo no deberá ser menor de 4000 ni mayor de 6000 palabras incluyendo las ilustraciones. Estar debidamente citado bajo las normas APA. Cada trabajo deberá incluir los siguientes elementos:

Título. Debe ser breve y claro acorde con el contenido del trabajo. No podrá exceder de 14 palabras, escrito en español y aparte, una versión del título en inglés.

Nombre(s) del/los Autor(es). Será necesario colocar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores, agregando al pie de página adscripción (departamento, dependencia, institución, grado académico) y correo electrónico.

Resumen. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales aportaciones del artículo en un máximo de 200 palabras, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra "Resumen". Todo trabajo debe incluir una versión en inglés del resumen y debe estar indicada por la palabra "Abstract".

Palabras clave. Se debe incluir de cuatro a seis palabras claves relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en español y su versión en inglés (key words). De igual forma deben estar indicadas por la frase "Palabras claves" y "Keywords".

En el cuerpo del artículo se deben incluir los siguientes elementos, con el fin de facilitar la lectura y comprensión del mismo: Introducción, materiales y métodos, resultados, discusión o argumento, conclusiones y referencias.

Recibimos artículos originales, o en su defecto, que no hayan sido publicados en el idioma español. Los manuscritos deben ser remitidos a la dirección electrónica Pesquisas@pucmm.edu.do. Nos reservamos el derecho de divulgar y/o reproducir por cualquier medio, en cualquier soporte y cualquier momento todo el material que se publica en *Pesquisas*.



PUCMM

Pontificia Universidad Católica
Madre y Maestra

Campus de Santiago

Autopista Duarte, Km 1 ½

Santiago de los Caballeros

Teléfono: 809 580 1062

Fax: 809 582 4549

Campus Santo Tomás de Aquino

Abraham Lincoln esq. Rómulo Betancourt

Santo Domingo D.N.

Teléfonos: 809 535 0111

Fax: 809 534 7060

Extensión Puerto Plata

Calle Separación No. 2

Teléfono: 809 5862060

Fax: 809 586 8246

<http://www.pucmm.edu.do>

PESQUISAS

Revista de investigación

