



---

# **TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**“RNA PARA MEDIR LAS HABILIDADES  
COGNITIVAS EN EL PENSAMIENTO MATEMATICOS  
DE PREESCOLARES CON ANDROID”.**

**T E S I S   D E   G R A D O  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
M A E S T R O   E N  
I N G E N I E R Í A   E N  
S I S T E M A S   C O M P U T A C I O N A L E S**

**P R E S E N T A :**

**ING. RUTH ANEL GUTIÉRREZ GONZÁLEZ**

**D I R E C T O R E S :**

**DIRECTOR DE TESIS: DRA. GRISELDA CORTÉS BARRERA  
CODIRECTOR DE TESIS: DRA. MERCEDES FLORES FLORES  
CODIRECTOR DE TESIS: M. EN C. XÓCHITL RAQUEL WONG COHÉN**

**ECATEPEC DE MORELOS, MEXICO, DICIEMBRE DE 2019**

A mis compañeros quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y experiencia estando a mi lado apoyándome para que este meta se pudiera alcanzar.

A mi directora de tesis la Dra. Griselda Cortes quien me guio compartiendo su conocimiento durante todo este tiempo para alcanzar un trabajo de calidad que permitiera desarrollar diversas investigaciones; del mismo modo a mi Codirectora de tesis la Dra. Mercedes Flores y mi Revisora M. en C. Xóchitl Wong por sus valiosas aportaciones para concluir este proyecto.

A todos mis profesores que contribuyeron en este proyecto mediante las diversas asignaturas impartidas durante la maestría y sus importantes aportaciones en este proyecto. A todos mis familiares y amigos que me apoyaron, brindando su cariño y comprensión en este proceso.

Muchas gracias a todos.

## Resumen

El país ha hecho distintos esfuerzos por dotar de pertinencia a la educación, pero aún falta mucho para acercarla a los requerimientos sociales y económicos. Razón por la cual se propone desarrollo de una herramienta que permita reforzar los conocimientos del pensamiento matemático mediante la neurociencia cognitivas como: memoria, atención y percepción.

Los procesos neuropsicológicos involucrados en el desarrollo infantil del cálculo matemático emergen desde temprana edad ya que los conceptos matemáticos son innatos y dependen de determinadas áreas cerebrales asociadas con el desarrollo del lenguaje, estas funciones cognitivas permiten en los estudiantes optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múltiples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional. Se propone implementar una herramienta que permita ayudar al aprendizaje del pensamiento matemático mediante el reforzamiento de las habilidades cognitivas.

El modelo educativo contiene el planteamiento pedagógico, así como la reorganización del sistema educativo en general y las políticas públicas en particular, donde se plasman las indicaciones a seguir por autoridades, maestros, padres de familia, estudiantes y la sociedad en general para lograrlo.

La presente propuesta solo se enfoca en el campo formativo del pensamiento matemático y ha sido implementada con la adaptación de la “Metodología Programación Extrema” por ser ligera, eficiente, con bajo riesgo, flexible, predecible y divertida. Además, se especifica las fases y los entregables de una aplicación móvil didáctica con el objetivo de estimular el pensamiento cognitivo matemático bajo la nueva propuesta curricular del modelo educativo 2018.

La Metodología Programación Extrema (XP) se adapta para el desarrollo de esta aplicación educativa, ya que sus objetivos se enfocan en proporcionar al cliente lo que necesita y cuando lo necesita debiendo responder muy rápido a las necesidades de éste. Dicha programación se basa en la simplicidad, comunicación y el reciclado continuo de código, para algunos no es más que aplicar pura lógica buscando una reducción de costos. Esta metodología se basa en cuatro valores: comunicación, sencillez, retroalimentación y valentía; manipulando las variables de costo, tiempo, calidad y ámbito.

También para concluir con el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos durante las pruebas y los trabajos futuros.

# Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	4
<b>Capítulo 1 Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Antecedentes.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. Objetivo general .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5. Justificación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.6. Límites .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7. Hipótesis – constructo .....</b>	<b>20</b>
<b>1.8. Aporte .....</b>	<b>20</b>
<b>1.9. Contenido.....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 2 RNA y Neurociencia aplicada en el modelo educativo 2018 .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Tecnologías enfocadas a la educación .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Modelo Educativo 2018 .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1. Propuesta curricular para la educación obligatoria 2018.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1.1. Sentido Numérico .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.2. Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.3. Técnicas de aprendizaje .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Neurociencia.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.1. Habilidades cognitivas .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.2. Técnicas de estimulación y reforzamiento de las habilidades cognitivas .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.3. Medición de las habilidades cognitivas .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.3.1. Aspectos importantes para la estimación de las habilidades cognitivas .....</b>	<b>43</b>
<b>2.4. Técnicas existentes en IA para el desarrollo de sistemas.....</b>	<b>44</b>
<b>2.4.1. Técnica de Red Neuronal Artificial .....</b>	<b>44</b>
<b>2.4.2. Definición de neurona biológica y artificial .....</b>	<b>45</b>
<b>2.4.3. Estructura de la RNA.....</b>	<b>46</b>

2.4.4. Tipos de aprendizaje para las RNA.....	48
2.4.5. Tipos de RNA.....	48
2.4.6. Algoritmo Morfológico con cálculo en dendritas (DMNN).....	50
2.4.7. Algoritmo Multilayer Perceptron.....	51
2.4.8. Algoritmos SMO.....	52
2.4.9. Algoritmos RBF Network.....	53
2.5. Metodología Programación Extrema (XP).....	54
2.5.1. Fases y antecedentes de la metodología programación extrema.....	54
2.5.2. Herramientas de desarrollo.....	57
2.5.3. Firebase.....	59
2.5.4. WireframeSketcher.....	61
2.5.5. Guión Técnico.....	61
<b>Capítulo 3 Marco metodológico para el desarrollo de una aplicación móvil.</b>	<b>62</b>
3.1. Introducción del diseño, desarrollo y pruebas de la aplicación.....	63
3.2. Análisis de la aplicación.....	64
3.3. Diseño de la actividad para comunicar los primeros 10 números.....	66
3.4. Desarrollo y base de datos de la aplicación.....	70
3.5. Pruebas manuales y con la aplicación.....	77
3.6. Generación del repositorio.....	80
3.7. Integración de la RNA.....	81
<b>Capítulo 4 Resultados obtenidos con las pruebas y las Redes Neuronales Artificiales.</b>	<b>82</b>
4.1. Pruebas realizadas en el Preescolar Frida Kahlo.....	83
4.2. Fase de pruebas, entrenamientos de las RNA.....	85
<b>Capítulo 5 Conclusiones y trabajos futuros</b> .....	<b>91</b>
<b>Glosario de términos</b> .....	<b>95</b>
<b>Manual de usuario</b> .....	<b>99</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>103</b>

# Capítulo 1 Introducción

Este capítulo abordará un panorama general de los temas enfocados al nuevo modelo educativo y la propuesta curricular expedida por la SEP, concretamente en el eje del pensamiento matemático y sus objetivos; considerando los temas de las habilidades cognitivas (atención, percepción y memoria), su proceso de desarrollo y medición. Así mismo, el contexto de Android, Redes Neuronales Artificial y la metodología para el desarrollo del proyecto.

## 1.1. Antecedentes

En el sexenio actual un aspecto importante ha sido garantizar la educación, resultando en una reforma educativa, “Propuesta curricular para la educación obligatoria 2018” y “Modelo educativo 2018”. Pretendiendo alcanzar una educación de calidad que transforme la vida de niños y jóvenes, como proyecto eje del país. Logrando formar ciudadanos con valores, informados, responsables que participen en la vida social, económica y política de México, es decir personas capaces de lograr su desarrollo personal, laboral y familiar (GOB, 2016).

La propuesta curricular se estructura por 3 aprendizajes claros que permitan seguir aprendiendo constantemente a lo largo de la vida en las áreas: lenguaje y comunicación (incluyendo la enseñanza del inglés y de las tecnologías de información), *el pensamiento lógico matemático*, la exploración y comprensión del mundo natural y social (abarcando la formación cívica y ética) (GOB, 2016).

Con el fin de realizar una aportación se dio a la tarea de estudiar la propuesta curricular sobre el área del pensamiento matemático para la educación básica específicamente en el nivel preescolar, identificando 8 objetivos divididos en: sentido numérico, forma espacio y medida para figuras geométricas, magnitudes y medidas (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

Actualmente las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), nos permiten hacer más dinámico el aprendizaje de los estudiantes, incentivando a éstos al utilizar diversas herramientas que aprueban interactuar con fines específicos, para el logro de objetivos en diversas áreas. La diversidad de herramientas involucradas en el aprendizaje, despierta en estudiantes e investigadores el interés para conocer y trabajar con éstas.

Recientemente investigadores en el área de la IA han desarrollado trabajos relacionados con la educación y RNA, los cuales se mencionan a continuación:

Siqueira et al, en el año 2014 en el trabajo titulado “Redes Neuronales Artificiales y la educación Médica”, permiten identificar las ventajas del uso de nuevas tecnologías informáticas en la educación médica. Los autores se enfocan principalmente en mostrar una revisión de la literatura sobre la aplicabilidad de las RNA en la educación médica. Además, demuestran que las RNA resultan útiles en el proceso de evaluación y la adquisición de conocimiento entre los estudiantes de medicina (Siqueira, y otros, 2014).

Ferreira et al, en el mismo año se interesaron en la estimación del esfuerzo en proyectos presentando el análisis de diversas técnicas, identificando problemas en el cumplimiento de los plazos de entrega, en los costos establecidos manteniendo niveles de calidad; los resultados mostraron que entre las más usadas se encuentran el razonamiento basado en casos, las redes neuronales artificiales y los árboles de decisión (Ferreira, Gálvez, Quintero, & Antón, 2014).

Coello et al, en el 2015 se incentivaron por el déficit de promoción en la asignatura de álgebra lineal de los estudiantes de las carreras de ciencias técnicas de la Educación Superior, cuyo objetivo se enfoca en incorporar redes neuronales artificiales como tecnología educativa para apoyar a estos, durante su estudio independiente, acumulando conocimiento y simulando el rol de un profesor en donde su concluye con aportando una guía para desarrollar tecnologías educativas basadas RNA apoyando el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal (Coello, Fuentes, Pérez, & Caballero, 2015).

El presente trabajo realiza una integración de la tecnología, con los objetivos establecidos en el campo formativo pensamiento matemático para el nivel preescolar y los procesos cognitivos básicos: percepción, atención y memoria. Para la realización de dicho trabajo se ha contado con el apoyo de pedagogos, licenciados en la educación, psicólogos, padres de familia y alumnos. Esto surge de la preocupación por que los estudiantes de preescolar refuercen capacidades de pensamiento crítico, análisis, razonamiento lógico y argumentación para el

aprendizaje profundo mediante el uso de instrumentos y técnicas para reforzar y estimular las habilidades cognitivas.

Este trabajo se desarrollará de la siguiente manera: Se realizará una investigación sobre todos los objetivos de la propuesta curricular 2018 para el nivel preescolar y la manera en que se trabajarán las habilidades cognitivas: atención percepción y la memoria, donde se arrojará como resultado los temas a desarrollar en la aplicación y la forma en que se medirán las habilidades matemáticas considerando la fórmula de “Porcentaje de éxito” con las variables de aciertos, errores, omisiones, tiempo y el número de preguntas según sea el caso. Posteriormente a esto se solicitará a padres de familia su apoyo para la descarga de la aplicación generando un repositorio de los valores de las variables antes mencionadas, entrenando y probando mediante una red neuronal artificial que permita la medición del porcentaje de éxito y una clasificación por estudiante.

Una debilidad del sistema educativo que reiteradamente se ha señalado y documentado en que este guarda la infraestructura física educativa. A las carencias tradicionales se suma la falta de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación. Un problema especialmente serio es la falta de luz, agua potable y de instalaciones hidrosanitarias funcionales para mujeres y hombres. Estas carencias crean condiciones poco favorables para el aprendizaje de los alumnos y el trabajo de los maestros. Es necesario dignificar a las escuelas y dotarlas de esos recursos (Diario Oficial de la Federación, 2013) y (GOB, 2016).

México se está acercando a la cobertura universal de la educación básica prevista en el Artículo 3o Constitucional, y que hoy comprende el preescolar, la primaria y la secundaria. Este logro refleja que durante décadas el sistema educativo ha puesto el acento en dar un lugar en la escuela a la población en edad de asistir a ella (Diario Oficial de la Federación, 2013).

La naturaleza de los retos educativos se ha ido transformando. En 1921, cuando fue creada la Secretaría de Educación Pública (SEP), cerca de 90 por ciento de la población era analfabeta. Hasta hace un par de décadas, el esfuerzo educativo nacional estuvo concentrado en la alfabetización y en brindar espacio en las aulas a una población que durante el siglo XX se multiplicó diez veces. Si bien todavía falta completar la tarea de inclusión educativa para todos los grupos de la población, es indudable que hoy el reto mayor es mejorar la calidad de la educación (Diario Oficial de la Federación, 2013).

En el año 2015, Azeem, Shaffe y Wam identificaron que el desarrollo temprano de un niño es crucial porque en ese momento los niños comienzan a desarrollar sus capacidades cognitivas a través de indagar, explorar, investigar y descubrir el mundo que les rodea en su trabajo “La efectividad de la semántica web basada en habilidades cognitivas” donde se mide la efectividad de una aplicación móvil en el aprendizaje de habilidades cognitivas preescolares con resultados en el aumento de aprendizajes, para las habilidades cognitivas de clasificación y relación.

En el mismo año en el trabajo “El papel emergente de la neurociencia educativa en la reforma de la educación” desarrollado por Zadina, donde se mostraba el papel de la neurociencia, obteniendo como resultado propuestas para el adecuado entrenamiento del neurocientífico educativo (Zadina, 2015).

El 2016, propicio una investigación con el objetivo de determinar si se puede construir un modelo de evaluación que ayude a comprender, analizar y evaluar objetivamente los niveles de aprendizaje y las habilidades de un alumno con respecto a los contenidos conceptuales, conceptos y el dominio del conocimiento específico, en su investigación, los autores Aboalela y Khan, obtuvieron una técnica de análisis etiquetado en estados conceptuales: verificada, derivada y potencial. (Aboalela & Khan, 2016).

En el mismo año Capilla, interesado en la dificultad para resolver correctamente la adición y sustracción de fracciones comunes, por medio del algoritmo o por procesos no convencionales. Los resultados revelan una fuerte correlación positiva entre las variables cognitivas y las operaciones, lo que supone que el desarrollo de estas cataliza positivamente el aprendizaje significativo de las operaciones matemáticas referidas y viceversa (Capilla, 2016).

Otro trabajo realizado identifico la problemática del creciente volumen de la información en carreras universitarias, cuyo objetivo fue determinar si hay un aumento de atención, motivación y desempeño en estudiantes universitarios aplicando principios de ciencias del cerebro, los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo resultados superiores (Valerio, Jaramillo, Caraza, & Rodríguez, 2016).

Recientemente investigadores en el área de la IA han desarrollado trabajos relacionados con la educación y enfocados a la Minería de Datos y Sistemas Expertos (SE), los cuales se mencionan a continuación:

En el año 2014 Karal, et al, publicaron sobre una investigación que trata sobre las opiniones de los estudiantes de la IA y los sistemas educativos a distancia (Artimat), resuelve la problemática de las dificultades que enfrentan los alumnos al aprender matemáticas, los autores se centran en evaluar el sistema de educación a distancia, diseñado para desarrollar habilidades matemáticas de resolución de problemas, mediante la IA y sistemas expertos. Los resultados muestran que el sistema tiene la funcionalidad para identificar si el nivel de las preguntas es el adecuado para el estudiante y si no es así, adecuarse al mismo. Cabe mencionar que la aplicación tuvo éxito, aunque en el diseño aún se pueden hacer mejoras (Karal, Nabíyev, Erümít, Arslan, & Çebí, 2014).

Otra de las áreas de la IA son los SE y esta ha coadyuvado a realizar diversas investigaciones sobre los conocimientos declarativos y de control. En el año 2014,

Montiel, et al, utilizan esas herramientas en el ámbito educativo y se concentran en la problemática para apoyar a los procesos de enseñanza y aprendizaje; mediante el uso de software y materiales educativos computarizados. Los autores, se enfocaron en poder diagnosticar, depurar y corregir el desarrollo del aprendizaje en un área particular de conocimiento; obteniendo como resultado un sistema que puede determinar el nivel cognitivo del alumno y ayudar a identificar debilidades y trabajar en ellas para alcanzar un nivel superior de aprendizaje (Montiel & Riveros, 2014).

Un año después se publica un documento donde integran las redes sociales y técnicas de IA en entornos educativos”, realizado por Kuz, et al. Ellos buscan el evidenciar y clarificar el uso de las TIC´s en la formación docente, mediante Agentes Inteligentes Conversacionales, por medio de la herramienta “Agent Social Metric” que promueve la utilización de una web. Los autores se enfocaron en dar respuesta a consultas de forma automática e inmediata a los docentes, demostrando que las TIC son fácilmente aplicables al ámbito educativo y particularmente como un medio que proporciona una ayuda al profesor (Kuz, Falco, Giandini, Nahuel, & Q., 2015).

En 2015 García, utiliza la IA con Big-Data y técnicas de Gamificación en su trabajo titulado “Futuro de la enseñanza médica: inteligencia artificial y Big-data”, donde su principal interés se enfoca en hacer dinámica la enseñanza de la educación médica para asentar conocimientos; alcanzando como resultado el uso de esta herramienta que permite modular temarios, foros de discusión y casos prácticos (García O. , 2015).

En el 2016, Halima, et al, se interesan principalmente en el aprendizaje basado en la simulación para estudiantes de enfermería. Los autores se enfocan en promover el desarrollo de habilidades clínicas resaltando lo imprescindible de una atención de alta calidad, por medio de la Minería de Datos Educativos (EDM) y el Sistema de Tutoría Inteligente (ITS) en su trabajo “Un Modelo Conceptual para un Sistema Inteligente de Gestión de Aprendizaje”, proponen un modelo conceptual de

un sistema inteligente de aprendizaje basado en la simulación (Halima, Ben, & Mohammed, 2016).

Los trabajos e investigaciones encontradas recientemente, coadyuvaron a realizar un nuevo proyecto que permitirá utilizar una de las áreas de IA (RNA) como herramienta para medir las habilidades cognitivas de los estudiantes de nivel básico.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Diversas instituciones nacionales e internacionales (SEP, CONACYT, INEE, SEB, entre otras) se han interesado en medir competencias y diferentes habilidades cognitivas como: percepción, sensación, memoria, atención y concentración; no cognitivas: capacidad de resolución de problemas, colaboración, trabajo en equipo, aprendizaje auto guiado; y conductas (deserción, asistencia, motivación, esfuerzo utilización del tiempo dentro y fuera de la escuela). Como el caso de la dirección general de salud ambiental ACUMAR se enfocaron en un módulo de evaluación cognitiva de niños. Estas, están interesadas en evaluar el desarrollo motor, cognitivo, mejorar la comprensión y el aprendizaje de niños entre 0-6 años (INEE-CONACYT, 2016), (SEP-CONACYT, 2014), (Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo, S.F.).

Estas instituciones y otras como la que ofrecen educación se han basado en escalas de medición (Bayley y Wechsler entre otras) de habilidades cognitivas, sociales y tecnológicas en diferentes edades, la cual impactará el aprendizaje al ser estimuladas durante el proceso de medición pedagógica. Esto ha originado la necesidad de organizar una enseñanza que impulse el desarrollo de estas capacidades (Salinas, Santiago, Pesqueira, & Barrientos, 2014).

Tales instituciones se han dado a la tarea de realizar diversas investigaciones con el propósito de aplicar estrategias, en los estudiantes principalmente en la

asignatura Matemática agregando a lo largo de los años experiencias de toda clase y lograr que el individuo madure y encuentre nuevos estímulos.

Con los avances tecnológicos han surgido varios programas matemáticos como: Derive, Maple, Mathematica, Matlab, los cuales proporcionan medios para la enseñanza de la matemática; sin embargo, el/la docente debe saber aprovecharlos para generar situaciones que permitan al alumnado construir un conocimiento más significativo (Ángel & Bautista, s.f.). Con la finalidad de estar actualizado y utilizar los cambios tecnológicos computacionales como herramienta cognitiva e intelectual del aprendizaje y así para facilitar el pensamiento. Se considera necesario usar técnicas como la IA con la RNA para realizar una aplicación áreas afines para cumplir con el objetivo principal del proyecto a desarrollar.

### **1.3. Objetivo general**

Desarrollar una herramienta en Android para crear un repositorio y con él entrenar una RNA que mida el nivel del conocimiento matemático en base a las habilidades cognitivas (atención, percepción y memoria) de estudiantes de preescolar de 3 a 6 años como se establece en el nuevo Modelo educativo 2018.

### **1.4. Objetivos específicos**

A continuación, se enlistan todos los pasos llevado a cabo al desarrollar una aplicación del pensamiento matemático para estudiantes de educación preescolar, obteniendo la información del uso de esta, generando un repositorio de los registros, para poder estandarizar la información, definiendo las variables y así hacer la integración de las redes neuronales:

- 1) Identificar los objetivos establecidos en la “Propuesta curricular para la educación básica 2016” para proponer las actividades de la aplicación.

- 2) Investigar las técnicas para desarrollar y medir las habilidades cognitivas atención, percepción y memoria para niños de 3 a 6 años en el Pensamiento Matemático.
- 3) Modelar la aplicación, la base de datos considerando los conceptos de pensamiento matemático y los objetivos de la nueva propuesta educativas.
- 4) Analizar, diseñar y desarrollar una aplicación móvil para estudiantes de nivel preescolar que integre la propuesta curricular 2018 y las habilidades cognitivas en el pensamiento matemático.
- 5) Realizar las primeras pruebas de la aplicación para recabar información de acuerdo con las diferentes habilidades cognitivas abordadas en la investigación.
- 6) Crear un repositorio de los resultados obtenidos cuando los estudiantes de preescolar usan la aplicación.
- 7) Entrenar una RNA para medir las habilidades cognitivas en estudiantes de preescolar entre 3 y 6 años considerando las variables de tiempo, aciertos, omisiones, errores y numero de preguntas.
- 8) Obtener resultados de las clasificaciones y presentar resultados del trabajo de investigación.

## **1.5. Justificación**

La preocupación principal del estado es el fomentar el crecimiento económico, elevar la calidad en la educación y garantizar el desarrollo integral de los mexicanos. Por lo tanto, han surgido la necesidad de evaluar el desempeño cognitivo de los estudiantes, se requiere alcanzar la superación y el éxito personal, por lo cual se necesita una herramienta utilizada como métrica de evaluación para medir las habilidades cognitivas (Diario Oficial de la Federación, 2013).

La importancia del aprendizaje está en que el alumnado construya significados y atribuya sentido a lo que aprende; pues, no basta adquirir

conocimiento matemático, es determinante comprenderlo y aplicarlo (Coll, Pozo, Sarabia, & Valls, 1992). Actualmente no existen propuestas concretas, solo experiencias aisladas. Además, los métodos usados se centran en un proceso de información y preparación técnica, olvidando que la enseñanza es un proceso de formación, de acceso al pensamiento crítico y a la construcción del saber. La enseñanza tradicional no proporciona al alumno o alumna herramientas para indagar, analizar y discernir la información, “los conocimientos impartidos son más bien automatizados, memorísticos y no fomentan el desarrollo de la iniciativa, la creatividad, ni la capacidad para comunicarse por distintas vías” (Segura & Chacón, 1996).

Recientes estudios realizados por investigadores en el área se han percatado que el uso de tecnologías y metodologías instruccionales adaptadas a esta problemática no han apoyado en gran manera, por lo que se pretende usar nuevas técnicas que ayuden a generar mejores resultados. Para lograrlo, han surgido modelos teóricos, psicométricos y estadísticos que han contribuido al análisis de dicha información. Todo esto en base a los cambios tecnológicos y metodologías instruccionales las cuales han sido adaptadas y los resultados obtenidos hasta el momento se consideran lentos, poco confiables e ineficientes que no logran verse expresados.

El presente trabajo ofrece una propuesta didáctica mediante desarrollo de una aplicación que permita medir las habilidades cognitivas en el campo formativo de las matemáticas de niños entre 3 y 6 años utilizando como herramienta una de las áreas de la Inteligencia artificial (RNA). La idea surge por la necesidad de coadyuvar a instituciones interesadas en evaluar el desarrollo motor y cognitivo de los niños y estudiantes de educación básica; asimismo generar acciones e intervenciones específicas y basadas en evidencias del estado de desarrollo de la población infantil. Además de fortalecer la atención, la memoria, estimular la imaginación, favorecer la creatividad y enseñar a pensar desarrollando un espíritu crítico.

El proyecto se considera relevante y de vital importancia para instituciones educativas, sociales, entre otras ya que podrá ser utilizado como herramienta de medición y evaluación de habilidades. Debido que los resultados obtenidos no se ven reflejados en la evaluación de desempeño académico tradicional; por ello es necesario utilizar métodos adecuados en la dirección del aprendizaje, que no solo se centren en transmisión de contenidos, sino en el desarrollo de procesos del pensamiento propios de la matemática.

## **1.6. Límites**

Con la finalidad de atender lo planteado anteriormente y los retos de la educación, es necesario enseñar al educando a pensar. Por lo tanto, mediante el uso de herramientas y modelos de evaluación que inviten a los estudiantes a desarrollar al máximo su capacidad intelectual, con el fin de favorecer las competencias comunicativas y lograr aprendizajes significativos en estudiantes se plantea apoyar al nivel preescolar de 3 a 6 años, en el área del pensamiento matemático.

Atendiendo las áreas de oportunidad en el proceso de enseñanza específicamente matemáticas, se hizo necesario el empleo de métodos adecuados en la dirección del aprendizaje, que no solo se centren en transmisión de contenidos, sino en el desarrollo de procesos del pensamiento propios de esta al cubrir los objetivos planteados en el Modelo educativo 2018 y en particular de la propuesta curricular para la educación básica.

Para desarrollar la capacidad intelectual, la potenciación de las habilidades de pensamiento en los procesos educativos dentro de espacios curriculares, se pretende favorecer la integración de aprendizajes significativos mediante el uso del pensamiento matemático y una aplicación móvil con el sistema operativo Android, permitiendo al individuo organizar y reelaborar el conocimiento, ser autónomo y consciente de su progreso intelectual. Dicha posición se fortalece con el concepto

de habilidades del pensamiento expuesto indica que están relacionadas con la cognición, que se refiere a conocer, reconocer, organizar y utilizar el conocimiento. Sin duda, las habilidades de pensamiento se orientan a la comprensión y a la mejora de la capacidad de razonar del individuo, y enlazan conocimientos para realizar una tarea o dar solución a un problema. El modelo del procesamiento de la información se empeña en que los niños manipulan la información, verifican y forman estrategias con ella.

Los niños desarrollan una capacidad que aumenta de forma gradual para procesar la información, la cual permita la adquisición de conocimientos y habilidades cada vez más complejos, razón por la que se centra en el apoyo a las habilidades de atención, percepción y memoria al reforzar los conocimientos que los estudiantes han adquirido en el salón de clases específicamente en el eje pensamiento matemático. Siendo medidas por una red neuronal artificial que clasifique a estas.

## **1.7. Hipótesis**

Demostrar que es posible determinar el nivel cognitivo de las habilidades: atención, percepción y memoria de estudiantes de 3 a 6 años, mediante el uso de una aplicación móvil diseñada acorde al modelo educativo 2018 y enfocada al eje del pensamiento matemático de acuerdo con la propuesta curricular de la SEP, y mediante uso de una RNA.

## **1.8. Aporte**

La presente investigación coadyuvará en repasar los conocimientos que se han adquirido en las aulas del nivel básico preescolar, específicamente en el eje formativo pensamiento matemático, cubriendo los objetivos estipulados por la SEP, mediante una aplicación móvil con pruebas cognitivas que medirán las habilidades cognitivas matemáticas de atención, percepción y memoria en niños de 3 a 6 años.

## 1.9. Contenido

El capítulo I nombrado introducción, muestra el contexto de la presente investigación exhibiendo los antecedentes, la problemática atendida, los objetivos, justificación, límites e hipótesis.

El capítulo II con el título RNA y neurociencia aplicada en el modelo educativo 2018 presenta las tecnologías de la educación, modelo educativo 2018, propuesta curricular para la educación básica preescolar, teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo, técnicas de aprendizaje, neurociencia, las técnicas existentes en IA para el desarrollo de sistemas, mitología programación extrema.

En el capítulo III denominado marco metodológico para el desarrollo de una aplicación móvil, describe las actividades realizadas acopladas al marco metodológico XP para el desarrollo de una aplicación móvil, desde el análisis, diseño, desarrollo y pruebas; obteniendo el porcentaje de éxito de cada ejercicio y la clasificación de acuerdo con la SEP.

En el capítulo IV llamado resultados y redes neuronales artificiales, muestra los resultados de los entrenamientos y pruebas arrojados con las diferentes redes neuronales: morfológica con cálculo en dendritas, multilayer perceptron, SMO y RBF con un 100%, 80%, 70% y 50% de los datos.

El capítulo V muestra las conjeturas a las que llegamos y los trabajos a realizar en un futuro.

# **Capítulo 2 RNA y Neurociencia aplicada en el modelo educativo 2018**

En este capítulo se abordarán los diferentes conceptos involucrados en la presente investigación para la generación de una aplicación móvil en Android a partir de los conocimientos que los estudiantes del nivel preescolar adquieren en su salón de clases en las edades de 3 a 6 años. Implicando desde el modelo educativo considerado hasta la red neuronal artificial que permita medir las habilidades cognitivas de la atención, percepción y memoria. En las siguientes páginas se presentan algunas estrategias definidas para desarrollar o fortalecer estas, mediante ejercicios, test y juegos que han sido definidos por expertos en dichas áreas mediante las cuales serán usadas para diseñar los diversos objetivos señalados por la Secretaría de Educación Pública.

## **2.1. Tecnologías enfocadas a la educación**

Las nuevas tecnologías aplicadas a la educación se ubican como una subárea perteneciente al ámbito de la didáctica y la organización escolar. Las nuevas tecnologías deben ser un aprendizaje de contenido en sí mismas con el objetivo de propiciar las capacidades técnicas que permitan un manejo adecuado de la información, el desarrollo de la creatividad, la resolución de problemas, que en función de estas deberán ser exigencias de la nueva sociedad de la información. (Pablo citado en Ordorica, 2014).

Las tecnologías de la información y comunicación son un conjunto de servicios, redes, software y dispositivos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los seres humanos y su entorno ya que se integran a un sistema de información interconectado y complementario. Actualmente las Tecnologías de la Información y Comunicación, nos permiten hacer más dinámico el aprendizaje de los estudiantes, logrando el interés de estos, al utilizar diversas herramientas que permiten interactuar con fines específicos y para el logro de objetivos (Ordica, 2014).

La incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) debe realizarse de forma pertinente, gradual y oportuna al proceso de enseñanza para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, apoyar la gestión de los procesos de mejora y facilitar la colaboración en las escuelas (SEP, El modelo educativo 2018, 2018) y (Siqueira, y otros, 2014). La teoría indica que existen cambios cualitativos en el modo de pensar de los niños, que se desarrollan en una serie de cuatro etapas entre la infancia y la adolescencia, contribuyendo de manera activa al desarrollo (Pizá citado en Psicología de la educación para padres y profesionales).

Las TIC han venido por una parte a ampliar la oferta educativa para los estudiantes de manera que se les ofrecen nuevos modelos de enseñanza que van desde la presencial a la distancia, sin olvidarnos de las propuestas mixtas donde los alumnos pueden realizar parte de la actividad en el espacio del aula y parte en el

ciberespacio (Salinas, 2004 citado en Pompeya, 2008). Básicamente son los aprendizajes que posee el individuo o ser humano a través del tiempo mediante la práctica o la interacción con los demás seres de su misma u otra especie (Pacheco citado en Psicología de la educación para padres y profesionales).

## **2.2. Modelo Educativo 2018**

El modelo educativo contiene el planteamiento pedagógico, así como la reorganización del sistema educativo en general y las políticas públicas en particular. En conclusión, considera los pasos que deben seguir; autoridades, maestros, padres de familia, estudiantes y la sociedad en general para lograrlo. (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2017, p.11). Hace referencia a la forma en la cual se realiza el trabajo de enseñanza en las escuelas mediante el desarrollo de las capacidades de pensamiento crítico, análisis, razonamiento lógico y argumentación para el aprendizaje profundo, en las disciplinas del español, las matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales entre otras. Estas disciplinas son el núcleo de conocimientos básicos que se necesitan para una comunicación efectiva, el pensamiento lógico y la comprensión del entorno en el que vivimos. El desarrollo personal y social involucra: apertura intelectual (adaptación, apreciación, creatividad y conocimiento), sentido de la responsabilidad, conocimiento de sí mismo, trabajo en equipo y colaboración (SEP, El modelo educativo 2018, 2018).

Aurelio Nuño Mayer presento el Modelo Educativo 2018 y la Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria, el principal objetivo de la reforma educativa es que la educación pública, básica y media superior, además de ser laica y gratuita, sea de calidad e incluyente. La *conexión entre las actividades matemáticas* espontáneas e informales de las niñas y los niños, y su uso para propiciar el desarrollo del razonamiento matemático, es el punto de partida de la intervención educativa en este campo formativo. A nivel curricular implica que niños aprendan a aprender, aprendan a ser, aprendan a convivir y aprendan a hacer (SEP, Programa

de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012) y (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

Las *actividades en la educación preescolar* se realizan mediante el juego y la resolución de problemas contribuyendo al uso de los principios del conteo (abstracción numérica) y de las técnicas para contar (inicio del razonamiento numérico), de modo que los estudiantes logren construir, de manera gradual, el concepto y el significado de número. Ayudando a los mismos a desarrollar una actitud positiva ante los problemas, basada tanto en la voluntad de encontrar argumentos para resolver una situación problemática como en la necesidad de evaluar la validez de esos argumentos y en el respeto a la verdad (SEP, Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012) y (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

El desarrollo de las *capacidades de razonamiento* en los estudiantes de educación preescolar se propicia cuando realizan acciones que les permiten comprender un problema, reflexionar sobre lo que se busca, estimar posibles resultados, buscar distintas vías de solución, comparar resultados, expresar ideas, explicar y confrontar ideas con sus compañeros. Ello no significa apresurar el aprendizaje formal de las matemáticas, sino potenciar las formas de pensamiento matemático que los pequeños poseen hacia el logro de las competencias que son fundamento de conocimientos más avanzados, y que irán construyendo a lo largo de su escolaridad (SEP, Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012) y (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

El pensamiento es el resultado de la actividad intelectual. Nace de los procesos racionales del intelecto y de las abstracciones de la imaginación y se manifiesta en una serie de operaciones racionales como: el análisis, la comparación, la síntesis, la abstracción y la generalización (Hernández, López, & Quintero, 2015), (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018) y (SEP,

Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012).

Las competencias que reforzaran en el sentido numérico en el área de los números son (SEP, Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012):

- 1) Utiliza los números en situaciones variadas que implican poner en práctica los principios del conteo.
- 2) Resuelve problemas en situaciones que le son familiares y que implican agregar, reunir, quitar, igualar, comparar y repartir objetos.
- 3) Reúne información sobre criterios acordados, representa gráficamente dicha información y la interpreta.

### **2.2.1. Propuesta curricular para la educación obligatoria 2018**

El objetivo general del currículo es que la educación que se reciba proporcione aprendizajes y conocimientos significativos, relevantes y útiles para la vida (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018). Se hace necesario tener claro los alcances del programa curricular presentado en el Modelo Educativo 2018 por Aurelio Nuño Mayer y la Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria, el principal objetivo de la reforma educativa es que la educación pública, básica y media superior, además de ser laica y gratuita, sea de calidad e incluyente (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

Considerando que la propuesta curricular es un instrumento que da sentido, significado y coherencia al conjunto de políticas educativas; para ello fija los fines de la educación, pero también establece los medios para alcanzarlo. La propuesta curricular vigente plantea la organización en tres componentes: *aprendizaje clave*, *desarrollo personal y social* y *autonomía curricular*; El *Aprendizaje clave* “Es un conjunto de contenidos, prácticas, habilidades y valores fundamentales que

contribuyen sustancialmente al crecimiento de la dimensión intelectual del estudiante, los cuales se desarrollan específicamente en la escuela. El logro de Aprendizajes clave posibilita que la persona desarrolle un proyecto de vida y disminuye el riesgo de que sea excluida socialmente” (Coll, 2006 citado en (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

Los aprendizajes clave se organizan en tres campos formativos: “*lenguaje y comunicación*”, “*pensamiento matemático y exploración*” y “*comprensión del mundo natural y social*”. Los tres campos aportan especialmente al desarrollo de la capacidad de *aprender a aprender*. El campo formativo “*pensamiento matemático*” se ocupa del desarrollo de las operaciones racionales relacionadas con el razonamiento lógico útil en la toma de decisiones de la vida diaria. El desarrollo de este depende de la estimulación en el ámbito escolar. Durante la educación básica se busca desarrollar la noción de los números, articular y organizar la aritmética al álgebra, ampliar nociones geométricas y los procesos de medición; desarrollar la capacidad de resolver problemas de la vida diaria; habilidad de interpretar información para que se pueda transpolar del razonamiento intuitivo al deductivo; este campo construye las capacidades para el diseño de estrategias, formulación de argumentos, solución de problemas, explicación de procesos, análisis de resultados y toma de decisiones (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

Las matemáticas son una disciplina deductiva centrándose en entes abstractos denominados objetos matemáticos (números, figuras geométricas, etc.), también ayuda a desarrollar una actitud positiva ante los problemas, del mismo modo la educación matemática se define como el conjunto de ideas, conocimientos, procesos, actitudes, en general de actividades implicadas en la construcción, representación, transmisión y valoración del conocimiento matemático que tiene lugar con carácter intencional, proponiendo dar respuesta a los problemas y necesidades derivados de la enseñanza y el aprendizaje de las mismas; Los propósitos que se contemplan en el pensamiento matemático en los estudiantes de

preescolar son: (Rico & Sierra, 2000 citado en Aldama, 2013) y (SEP, Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018, 2018).

- 1) Desarrollo de pensamientos para la formulación de conjeturas y pensamientos.
- 2) Aprender a resolver problemas mediante la aplicación de herramientas matemáticas.
- 3) Identificar y aplicar técnicas de cálculos, escritas y mentales.
- 4) Desarrollar imaginación espacial y la percepción geométrica.
- 5) Organizar y analizar información cualitativa y cuantitativa.
- 6) Comprender el manejo de la incertidumbre desde una perspectiva matemática.

El eje del *sentido numérico*, a través del tema *número* plantea que se cubran los siguientes objetivos (SEP, El modelo educativo 2018, 2018):

Comunicar de manera oral y escrita para primeros 10 números.

- 1) Comparar igualar y clasificar colecciones con base a la cantidad de elementos.
- 2) Relacionar el número de elementos de una colección con la sucesión numérica escrita.
- 3) Empezar a identificar la relación de equivalencias entre monedas \$1, \$2, \$5 y \$10.
- 4) Resolver problemas mediante el conteo y con acciones sobre las colecciones.
- 5) Considerando el eje “forma espacio y medida” con los temas: “figuras geométricas” y “magnitudes y medidas” comprende los siguientes puntos.
- 6) Establecer relaciones espaciales y puntos de referencia.
- 7) Desarrollar la percepción geométrica mediante la reproducción y construcción de configuraciones geométricas.
- 8) Comparar longitudes de manera directa o con intermediarios.

- 9) Ordenar sucesos de un día, una semana o un mes.
- 10) Comparar la capacidad de manera directa o con unidades no convencionales.

### **2.2.1.1. Sentido Numérico**

El *sentido numérico* es el estudio de los números reales, se inicia en la escuela elemental. El Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas, siglas en inglés son NCTM en sus estándares de 1989, describen cinco componentes (Hernández, López, & Quintero, 2015), (SEP, Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar, 2012) y (Salinas, Santiago, Pesqueira, & Barrientos, 2014):

- 1) Desarrollo del significado de los números.
- 2) Exploración de relaciones numéricas con manipulativos.
- 3) Entendimiento de las relaciones de magnitud de los números.
- 4) Desarrollo intuitivo del efecto de las operaciones en los números.
- 5) Desarrollo de referentes para la medición de objetos en situaciones comunes.

### **2.2.2. Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo**

La importancia de los modelos constructivistas es reconocer la presencia del conocimiento cotidiano en las escuelas que sirve para la asimilación de un nuevo conocimiento. Las teorías implícitas no se reflejan totalmente en la realización de las tareas o la interpretación de situaciones. Lo que los estudiantes construyen es un modelo mental (representación episódica, dinámica y flexible) de la tarea o situación. Se genera la memoria a corto plazo y se va modificando a medida que cambian las condiciones de la tarea. Al ayudar a los estudiantes a aprender a

aprender mediante el entrenamiento de habilidades y estrategias procedimentales, desarrollando en los estudiantes un saber hacer, cambiando la forma de abordar el aprendizaje y la enseñanza desde las instrucciones procedimentales y la forma de concebir el aprendizaje en profesores y alumnos (Pozo & Monereo, 2002).

### **2.2.3. Técnicas de aprendizaje**

Debido a que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera. Los estímulos pueden ser visuales, auditivos, el táctil o el kinestésico (Valero, 2014).

*Aprendizaje Auditivo* se enfoca a los estudiantes que se les facilita aprender a través de lo que les llega por el oído, todo lo que reciben en las clases o lo que expliquen los demás, les será de gran utilidad y no solo deben de limitarse a libros y apuntes.

*Aprendizaje Visual* es dirigido a los estudiantes que tienen facilidad para aprender a través de lo que ven sus ojos. Necesitan examinar el material visualmente, es decir, precisan de dibujos o esquemas para retener la información, significa que tienen la llamada "memoria fotográfica".

*Aprendizaje Táctil* a los estudiantes con este tipo de aprendizaje no les sirve de mucho las explicaciones teóricas y necesitan que les enseñen mediante la práctica de la teoría dada. Entenderán mejor en qué consiste una suma y una resta si le ayudan con lápices, cajas entre otros objetos.

*Aprendizaje Kinestésico* este hace referencia a los estudiantes que cuando explicas las cosas gesticulando mucho y moviéndose de aquí para allá como si representaran una obra de teatro, estos tienen mucha facilidad para el lenguaje corporal. Su aprendizaje podrá ayudarse yendo al teatro o visitando museos.

En todo momento se debe considerar cuáles serán los recursos para lograr el aprendizaje, todos los recursos de una institución educativa tienen su razón de ser en apoyar al programa educativo y cumplir así con su misión y metas. Los criterios relativos a los recursos para el aprendizaje expresan la filosofía educativa de la institución a la que sirven y son prioritarios para su propósito.

Los recursos para el aprendizaje incluyen la biblioteca y sus colecciones, otras colecciones de materiales que apoyan la enseñanza y el aprendizaje, áreas de estudio para el estudiante y las instalaciones que guardan tales equipos y servicios. Además, incluye la distribución y mantenimiento de sistemas para equipos y materiales, sistemas de información para la instrucción, computadoras y otros medios instructivos de comunicación de la enseñanza.

Varias formas de organización, administración, adquisición, almacenamiento y distribución de recursos para el aprendizaje pueden ser igualmente válidas y eficaces en instituciones con personal, instalaciones físicas y niveles de apoyo financiero diversos.

### **2.3. Neurociencia**

Los procesos neuropsicológicos involucrados en el desarrollo infantil del cálculo matemático emergen desde temprana edad ya que los conceptos matemáticos son innatos y dependen de determinadas áreas cerebrales asociadas con el desarrollo del lenguaje, estas funciones cognitivas permiten en los estudiantes optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múltiples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional. Se propone presentar el análisis y diseño de una herramienta que permita ayudar al aprendizaje curricular 2018 del pensamiento matemático mediante el reforzamiento de las habilidades cognitivas.

### **2.3.1. Habilidades cognitivas**

Son operaciones de pensamiento por medio de las cuales el estudiante puede apropiarse de los contenidos y del proceso que usó para ello. Otra definición es un conjunto de operaciones mentales cuyo objetivo es que el estudiante integre información adquirida básicamente a través de los sentidos, en una estructura de conocimiento que tenga sentido para él (Bravo-Bown, Chung, Garcia, Nikolic, & Pizarro, 2016).

De acuerdo con Ramos, Herrera y Ramírez, cuando se realiza una tarea se requieren de destrezas y procesos mentales (habilidades cognitivas) que facilitan el conocimiento siendo a su vez estos responsables de adquirirlo, recuperarlo y utilizarlo. También mencionan que para adquirir una habilidad cognitiva se requiere de tres momentos, en el primero de los cuales las personas desconocen que la habilidad existe, en el segundo se adquiere y desarrolla la habilidad y en el tercero ya se ha adquirido a tal grado que su aplicación es fluida y automatizada (Ramos, Herrera, & Ramírez, 2010).

Existen dos tipos de procesos cognitivos los básicos como: la sensación, percepción, atención y memoria y los superiores como: el pensamiento, el lenguaje y la inteligencia (Yampufé, 2013).

Las habilidades cognitivas, son aquellas consideradas como centrales que ayudan a construir las habilidades cognitivas superiores, siendo utilizadas en diferentes momentos del pensamiento y en más de una ocasión. Las básicas son el enfoque, obtención y recuperación de la información, organización, análisis, transformación y evaluación. Las superiores son la solución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico, pensamiento creativo (Ramos et. al, 2010). La presente investigación considera las habilidades cognitivas básicas como la memoria, atención y percepción (Poza, 2016).

Los procesos de percepción visual y auditiva pueden ser evaluados con el movimiento de manos, orden de palabras, cierre gestáltico o reconocimiento de caras, en la batería de Kaufman para niños (Kaufman y Kaufman, 1983); dígitos o cubos en las escalas de Wechsler, algunas baterías como la escala BAS (British Ability Scales; Elliot, Murray y Pearson, 1983) analizando, también, el emparejamiento perceptivo mediante diferentes tareas, líneas que cruzan una hoja de papel en zigzag de izquierda a derecha. Entre el origen y el final, el recorrido de cada línea se entrecruza con el recorrido de otras líneas (Amador, Forns, & Kirchner, 1995). Evaluar la percepción puede ser de gran ayuda en diferentes ámbitos de la vida: en ámbitos académicos (saber si un alumno va a necesitar ayudas adicionales para captar toda la información de la clase). Estas pruebas también pueden medir tiempo de respuesta, coordinación ojo-mano entre otros aspectos. (Siberski, et al., 2017).

La *Percepción* es el proceso en el que se transforman los estímulos físicos en información psicológica; proceso mental por el que los estímulos sensoriales pasan a la conciencia. Es reconocer objetos, personas, decir si las cosas son iguales o diferentes, etc.

La *Atención* se define como la cantidad de esfuerzo que se ejerce para centrarse en una determinada parte de la experiencia; habilidad para mantenerse focalizado en una actividad; habilidad para concentrarse. La *Memoria* es la función por la cual la información almacenada en el cerebro es posteriormente retrotraída a la conciencia.

Una buena capacidad de memoria resulta imprescindible para realizar nuestras actividades cotidianas de manera autónoma y sin errores, por esta razón es importante conocer y evaluar el estado de nuestra memoria. Las pruebas antes mencionadas en el capítulo anterior para medir la memoria se enfocan en el pensamiento, la inteligencia y la resolución de problemas (Prettel & Obispo, 2010). El olvido por sí solo no es un problema ya que la memoria tiende a deshacerse de

la información que menos utilizamos, especialmente con el avance de la edad, y es algo completamente normal (Siberski, et al., 2017).

La memoria nos permite almacenar y evocar contenidos que hemos aprendido, situaciones del pasado, cómo se hacen las cosas, qué haremos en el futuro, etc. El Razonamiento. Es la capacidad de establecer relaciones entre conceptos, hacer deducciones lógicas, etc.

La estimulación de las habilidades cognitivas se puede realizar con materiales estructurados y actividades matemáticas entre las cuales se describen a continuación (Pi Fuster, 2018), (Poza, 2016) y (Velasco, 2012) :

- 1) Regletas de Cuisenaire. Se trabaja el concepto de número, el orden y la equivalencia. Para establecer una relación de semejanzas, diferencias y clasificación.
- 2) Dominós tanto posicionales como numéricos. Con ellos se trabaja la percepción y la atención.
- 3) Geoplano de Gattegno. Sirve para introducir los conceptos geométricos de forma manipulativa.
- 4) Ábaco. Nos sirve para iniciar y afianzar el cálculo de las operaciones con números naturales.
- 5) Bloques lógicos. Se desarrolla la percepción y la clasificación de formas geométricas. Se pueden clasificar en función a su color, forma, tamaño, grosor y textura.
- 6) Tangram: Se pueden aprender las formas de las figuras y la composición y descomposición de estas de modo manipulativo, tanto en un contexto de juego libre como con reglas dadas. Se trabaja la orientación espacial, formas, colores y tamaños.
- 7) Problemas matemáticos: Además de desarrollar la atención debido a la búsqueda de datos, desarrollan, a su vez, estrategias para la resolución de problemas.

- 8) Cuentos donde intervienen conceptos matemáticos como grande, mediano y pequeño (Ricitos de Oro), La tortuga Botarruga de Fernández Bravo.
- 9) Juegos de tablero: parchís, ocas convencionales y ocas matemáticas.
- 10) Poisson Constellation. Juego donde se desarrolla la observación y la atención.
- 11) Bits de inteligencia de Glenn Doman.
- 12) Bloques multi básicos de Dienes. Se desarrolla el valor posicional de las cifras, operaciones tales como la adicción y la sustracción.
- 13) Balanza numérica. Se trabaja operaciones con números naturales. Recuento, medida y ordenación.
- 14) Máster mind. Se trabaja el uso de estrategias y razonamiento lógico.
- 15) Cuenta-diez: Se desarrolla la numeración y el cálculo numérico.
- 16) Bingo tanto de números como de operaciones matemáticas. Se trabaja las operaciones con números naturales, contribuye a la elaboración y uso de estrategias de cálculo mental.
- 17) Programas informáticos como Pipo matemáticas, DVDs de diversas editoriales donde se trabajan los contenidos curriculares correspondientes al área de matemáticas y páginas web de juegos interactivos.
- 18) Sudoku.
- 19) Mini arco.
- 20) Tetris.
- 21) Memoria.
- 22) Puzzles.

Un ejemplo de instrumento comparativo es la estrategia mediante la cual el niño puede decidir cuál de dos colecciones tiene más elementos que la otra, sin contarlos; esto, particularmente, cuando las dos colecciones son poco numerosas (Corredor de Porras).

### 2.3.2. Técnicas de estimulación y reforzamiento de las habilidades cognitivas

Existen diversas técnicas que nos permiten desarrollar y medir las habilidades cognitivas de acuerdo con diversos autores, dando a conocer las características que se deben cumplir y los factores de eficiencia para su medición; entre los cuales se mencionan los aciertos, las omisiones, los errores y los tiempos de respuesta entre otros. A continuación, se describen los test más relevantes para medir las habilidades de la *atención, percepción y memoria* (Amador, Forns, & Kirchner, 1995), (Siberski, et al., 2017), (Poza, 2016), (Psicología, 2017), (Sánchez, 2015), (TEA, 1990) y (Rayo, 2011).

Las pruebas que actualmente se manejan para medir la *atención* son:

- 1) Las *pruebas de Bourdon* publicadas en Revue Philosophique en 1985, consistía en el tachado de letras en texto con un idioma desconocido.
- 2) Toulouse y Piéron propusieron una *prueba utilizando elementos gráficos*, consistía en indicar que elemento se debía de tachar durante 10 minutos en un impreso de 1600 imágenes considerando como indicadores de eficacia los aciertos, errores y las omisiones.
- 3) *Test cuadro de letras* consiste en señalar la fila y columna que tienen una letra repetida en 90 cuadrados con 16 letras distribuidas en cuatro columnas. signos o dibujos se emplean habitualmente para evaluar la atención.
- 4) *Pruebas de reconocimiento* donde se debe indicar los objetos que aparecen a la izquierda y derecha de un objeto en el centro de la pantalla.
- 5) *Pruebas de asociación visual* aquellas en las cuales el niño debe encontrar la pareja también exige constancia y concentración.
- 6) *Pruebas de estimulación auditiva* permiten hacer identificar una palabra al escuchar una canción o lectura favoreciendo la atención de los estudiantes.

- 7) Los *laberintos* además de estimular la atención ayudan en el desarrollo de otras competencias como la motricidad fina, la percepción y memoria visual, así como la orientación.
- 8) *Pruebas de identificación del elemento que no corresponde al campo semántico* en donde se identifican en un conjunto de imágenes aquella que no se relaciona.
- 9) Actividades en las que se deba completar un dibujo conocidas como *integración visual*, es importante que el pequeño tenga claras las imágenes manejadas.
- 10) *Pruebas de diferencias* en las que se deben percibir las diferencias de dos dibujos recomendadas en pequeños mayores de 4 años.
- 11) Las actividades de *naipes* estimulan la atención usando principalmente la asociación visual y la atención.
- 12) El *domino* es de gran utilidad para mejorar la atención y desarrollar la discriminación, agudeza y asociación visual.
- 13) La *lotería* exige que los estudiantes estén muy atentos a las imágenes que aparecen.
- 14) Los *rompecabezas* estimulan la atención al rearmar una imagen a partir de piezas individuales estimulando a su vez la asociación visual.

Las pruebas más utilizadas para la medición de la *percepción* son los que se presentan a continuación (Amador, Forns, & Kirchner, 1995) y (Forner, 1983):

- 1) La batería *Piaget-head o test de orientación Derecha-Izquierda, y mano, ojo, oreja, especialmente se trata de diagnosticar sujetos y jóvenes, entre 6 y 12 años, que presentan bajo rendimiento escolar, dificultades en la adquisición de los aprendizajes, trastornos lecto-escritos o inestabilidad psicomotriz.*
- 2) La prueba *gestáltico visomotor de Laureta Bender* evalúa la percepción visual y la coordinación visomotora. La tarea consiste en copiar 9 figuras geométricas que se presentan en tarjetas de 10 X 15 cm.

- 3) La prueba *de desarrollo de la percepción visual de M. Frostig* está formada por cinco subpruebas que evalúan la coordinación visomotora, la discriminación figura-fondo, la constancia de la forma, el reconocimiento de posiciones en el espacio y la percepción de relaciones espaciales. Puede administrarse a niños entre los 4 y los 7 años.
- 4) La prueba *de líneas entrecruzadas* que deben seguirse con la mirada consiste en un conjunto de 16 líneas que cruzan una hoja de papel en zigzag de izquierda a derecha. Entre el origen y el final, el recorrido de cada línea se entrecruza con el recorrido de otras líneas, Las tareas de tachado se utilizan para evaluar la atención y la discriminación perceptiva.
- 5) La prueba *de reconocimiento de caras de Benton y Van Allen* evalúa la discriminación de caras de personas que se presentan en fotos. La tarea consiste en elegir, entre seis caras, la que es igual que la que se presenta como estímulo.
- 6) La prueba *de apreciación de la orientación de líneas de Benton, Hannay y Varney* evalúa la habilidad para apreciar la orientación de pares de segmentos y emparejarlos con los correspondientes segmentos de muestra, que se presentan formando un semicírculo.
- 7) El *VMB* consiste en 24 figuras geométricas que deben ser copiadas por el niño con lápiz. Las formas se presentan en orden de creciente dificultad. Este se enfoca en niños de entre 2 y 15 años, actualmente es más usado con niños en edad preescolar y de grados primarios.
- 8) La prueba *de identificación COM-NAM* se presentan objetos mediante imagen o sonido. Se debe decir en qué formato (imagen o sonido) ha aparecido el objeto la última vez, o si no ha aparecido previamente.
- 9) La prueba *de indagación REST-COM* aparecen objetos durante poco tiempo. Después se debe seleccionar la palabra que corresponda con las imágenes presentadas, lo más rápidamente posible.
- 10) La prueba *de decodificación VIPER-NAME* en este aparecen imágenes de objetos en la pantalla durante un periodo corto de tiempo y desaparece. Acto seguido aparecen cuatro letras, y sólo una

corresponderá con la primera letra del nombre del objeto, siendo esa la letra objetivo. Hay que llevarlo a cabo tan rápido como sea posible.

- 11) La prueba de *programación VIPER-PLAN* consiste en sacar una bola de un laberinto en el menor número de movimientos posibles y tan rápidos como se pueda.
- 12) La prueba de *concentración VISMEM-PLAN* aparecen estímulos posicionados en la pantalla y distribuidos de manera alternativa. Siguiendo un orden, los estímulos se irán iluminando junto con la aparición de un sonido hasta completar la serie. Durante la presentación, hay que prestar atención tanto a los sonidos como a las imágenes iluminadas. En el turno del usuario, habrá que recordar el orden de la presentación de los estímulos en el momento oportuno para reproducirlos en el mismo orden que hayan sido presentados.
- 13) La prueba de *celeridad REST-HECOOR* aparece en la pantalla un cuadrado azul. Habrá que pulsar tan rápido como sea posible el botón situándose dentro del cuadrado. Cuantas más veces se pulse el botón en el tiempo disponible, mejor resultado se obtendrá.
- 14) La prueba de *reconocimiento WOM-REST* aparecen tres objetos comunes en la pantalla. Primero habrá que recordar el orden de presentación de los tres objetos tan rápido como sea posible. Posteriormente, aparecerán cuatro series de tres objetos diferentes a los presentados y habrá que detectar la secuencia inicial.
- 15) La prueba de *resolución REST-SPER* aparecen en la pantalla numerosos estímulos en movimiento. Habrá que pinchar en los estímulos objetivo tan rápido como sea posible, pero evitando pinchar en los estímulos intrusos.

La medición de la *memoria* se realiza con los siguientes *Pruebas* (Amador, Forns, & Kirchner, 1995):

- 1) La *prueba de retención visual de Benton*, TRVB es un instrumento diseñado para evaluar la percepción visual, la memoria visual y las habilidades viso-constructivas. Consta de 10 láminas que contienen uno o

más dibujos sencillos, que la persona evaluada debe copiar o reproducir de memoria, tras una breve exposición, según el modo de administración que se utilice. Puede aplicarse a partir de los 7 años.

- 2) *La prueba de series* consiste en 10 pruebas sencillas (recordar series de números, combinaciones de palabras, test de atención visual) que a veces se usan como herramienta diagnóstica y a veces como ejercicios de estimulación cognitiva.
- 3) *Prueba para evaluar la memoria de Wechsler tercera edición*. La primera escala publicada en 1945 con el objetivo de ser un instrumento, de forma cuantitativa, en relación con otras habilidades cognitivas. Consta de 11 subpruebas, cinco de ellos de aplicación opcional (Información y orientación, Lista de palabras I y II, Dibujos I y II, Control mental y Dígitos). Una tabla recoge cada una de las subpruebas y los aspectos que miden.
- 4) *Prueba de memoria Camde*, es un conjunto de 5 test muy útiles para la evaluación de la memoria en la práctica clínica. Se cuenta con una tabla que recoge las pruebas y el tipo de tarea que presentan.
- 5) *Prueba conductual de memoria Rivermead* de Wilson, Cokburn y Baddeley, es una prueba destinada para evaluar las alteraciones en el funcionamiento de la memoria cotidiana y controlar los cambios que se producen con el tratamiento. Las tareas requieren retener información necesaria para un funcionamiento adecuado en la vida diaria y puede administrarse incluyendo tareas diversas a partir de los 5 años:
  - a) Recordar el nombre y el apellido de una persona que es presentada a través de una foto.
  - b) Recordar órdenes.
  - c) Recordar un recorrido espacial de forma inmediata y diferida.
  - d) Recordar el lugar donde ha sido escondido un objeto.
  - e) Responder a preguntas referidas a orientación espacial, temporal y a la vida personal del sujeto.
  - f) Aprendizaje de tareas nuevas.
  - g) Reconocimiento de dibujos y de caras.

- 11) La prueba, *tareas clínicas y de laboratorio* consiste en el poder recordar sílabas sin sentido siendo una de las tareas más utilizadas para estudiar la memoria desde que Ebbinghaus las empleara en su laboratorio para estudiar la retención y el olvido.
- 12) Las *listas de palabras*, las *palabras enmascaradas* dentro de frases o de textos, el *recuerdo de frases*, o de historias, también se han utilizado como tareas clínicas y de laboratorio para el estudio de la memoria. El recuerdo y reconocimiento de dibujos geométricos o abstractos son tareas habituales en el estudio de la memoria.
- 13) Las *Tareas incluidas en baterías o pruebas* incluyen subpruebas o tareas que evalúan diferentes aspectos de la memoria. Por ejemplo, las tareas de recuerdo de dígitos, en orden directo o inverso, o de recuerdo de dibujos, están incluidas en muchas baterías tanto clásicas como de aparición reciente. Además, algunas pruebas proponen la agrupación de diferentes subpruebas para formar diversos índices de memoria. Se agrupan cuatro subpruebas (recuerdo de posiciones, de frases, de dígitos y de objetos) en una medida de memoria a corto plazo; en la Escala de inteligencia de Wechsler para adultos, incluye un índice de memoria de trabajo, formado por las subpruebas de aritmética, dígitos y letras y números, y la prueba de inteligencia para adolescentes y adultos, proporciona un índice de recuerdo diferido formado por las subpruebas de recuerdo auditivo y de jeroglíficos.

### **2.3.3. Medición de las habilidades cognitivas**

La atención es un proceso mental y básico de aprendizaje, que permite centrarse en un determinado estímulo o información relevante, existen diferentes tipos de atención: la *atención focalizada* se basa en concentrarse en un determinado estímulo; *atención selectiva* se enfoca en la concentración en un estímulo o información mientras se inhiben las respuestas a otros estímulos distractores; *atención mantenida o sostenida* se centra en la persistencia y el

mantenimiento de la atención durante la ejecución de una tarea (Amador, Forns, & Kirchner, 1995), (Herrera F. , s.f.), (Miller, 1985) y (Rodríguez, 2011).

Para evaluar la atención se pueden utilizar diferentes instrumentos y estrategias, esta es un prerrequisito para el funcionamiento de procesos cognitivos más complejos, ya que no es posible evaluar la percepción, memoria o cualquier otra actividad mental sin tener en cuenta los procesos de atención. (Amador, Forns, & Kirchner, 1995).

La *percepción* implica el procesamiento activo de la información que llega a través de los diferentes sistemas sensoriales como son los sentidos y consiste en el reconocimiento, interpretación y significación de juicios. Este procesamiento comprende un conjunto de pasos interrelacionados y sucesivos, que permiten codificar e integrar los estímulos en conjuntos significativos (Amador, Forns, & Kirchner, 1995), (Vargas, 2004) y (Mujica, 2011). Entre las pruebas más usuales en la evaluación de la percepción es la prueba de Bender, de Frostig o la figura compleja de Rey (Amador, Forns, & Kirchner, 1995).

La *memoria* es la facultad mental que permite reconocer, almacenar y evocar sentimientos, ideas, imágenes, entre otras experiencias, permitiendo reconocerlas como propias. Son enumerados distintos tipos de memorias. Entre las cuales podemos encontrar: La *memoria a largo plazo* hace referencia a los datos o información que pueden ser retenidos durante muchos años. Algunos ejemplos podrían ser la dirección de la casa donde se vivió en la niñez, la fecha de cumpleaños de algún familiar o amigo, etc. La *memoria a corto plazo* es la capacidad de mantener temporalmente la información en la mente, hasta que hacemos uso de ella (como cuando nos repetimos un número de teléfono hasta marcarlo y luego lo olvidamos). La memoria inmediata permite realizar un análisis de la información que ha sido captada por los sentidos de manera sumamente veloz (Bickfield, 2015), (Medición de la psicología, 2012), (Concepto.de, 2015) y (Cognifit, 2017 ).

El papel de la memoria en el proceso de resolución de problemas es fundamental (Prettel & Obispo, 2010).

### **2.3.3.1. Aspectos importantes para la estimación de las habilidades cognitivas**

Las diferentes pruebas antes mencionados permiten medir diversas habilidades cognitivas con los ejercicios anteriores los autores concluyen que un número elevado de errores de omisión y un tiempo de reacción lento, baja consistencia en la respuestas y cambios en los tiempos de reacción; indica problemas de atención (Amador, Forns, & Kirchner, 1995), (Eñaños, 2013) y (Rodríguez, 2011).

Los procesos de percepción visual y auditiva pueden ser evaluados con el movimiento de manos, orden de palabras, cierre gestáltico o reconocimiento de caras, en la batería de Kaufman para niños; dígitos o cubos en las escalas de Wechsler, algunas baterías como la escala BAS, analizando, también, el emparejamiento perceptivo mediante diferentes tareas, líneas que cruzan una hoja de papel en zigzag de izquierda a derecha. Entre el origen y el final, el recorrido de cada línea se entrecruza con el recorrido de otras líneas (Amador, Forns, & Kirchner, 1995).

Evaluar la percepción puede ser de gran ayuda en diferentes ámbitos de la vida: en ámbitos académicos (saber si un alumno va a necesitar ayudas adicionales para captar toda la información de la clase). Estas pruebas también pueden medir tiempo de respuesta, coordinación ojo-mano entre otros aspectos (Siberski, et al., 2017).

Una buena capacidad de memoria resulta imprescindible para realizar nuestras actividades cotidianas de manera autónoma y sin errores, por esta razón

es importante conocer y evaluar el estado de nuestra memoria. Las pruebas antes mencionadas se enfocan en mediar la memoria enfocándose en el pensamiento, la inteligencia y la resolución de problemas (Prettel & Obispo, 2010).

El olvido por sí solo no es un problema ya que la memoria tiende a deshacerse de la información que menos utilizamos, especialmente con el avance de la edad, y es algo completamente normal (Cognifit, 2017 ).

## **2.4. Técnicas existentes en IA para el desarrollo de sistemas**

Recientemente se cuenta con dos tendencias en cuanto al desarrollo de sistemas de IA: los sistemas expertos y las redes neuronales. Los sistemas expertos intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica. Las redes neuronales lo hacen desde una perspectiva más biológica (recrean la estructura de un cerebro humano mediante algoritmos genéticos). A pesar de la complejidad de ambos sistemas los resultados distan mucho de un auténtico pensamiento inteligente (Machicado, 2009).

### **2.4.1. Técnica de Red Neuronal Artificial**

La técnica para el manejo de la información usada será Redes Neuronales Artificiales (RNA). Estas son dispositivos o software programado de manera tal que funcionen como las neuronas biológicas de los seres vivos. Estas redes están compuestas de un gran número de elementos de procesamiento altamente interconectados trabajando al mismo tiempo para la solución de problemas específicos. Las RNA, tal como las personas, aprenden de la experiencia (Torres, 2009).

Las RNA están compuestas de muchos elementos sencillos que operan en paralelo, el diseño de la red está determinado mayormente por las conexiones entre

sus elementos. Al igual que las conexiones de las neuronas cerebrales. Estas han sido entrenadas para la realización de funciones complejas en variados campos de aplicación. Hoy en día pueden ser entrenadas para la solución de problemas que son difíciles para sistemas computacionales comunes o para el ser humano. Las RNA permitirán identificar el nivel cognitivo del conocimiento del alumno, para poder presentar la información adecuada, también al finalizar la interacción con la herramienta podrá informar el nivel de aprovechamiento actual del mismo. Estas redes se pueden definir como “Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles” (Flores, 2013) y (Galán, S/F, p.2).

Tomando en cuenta que las redes neuronales presentan un gran número de características similares a las del cerebro humano, las redes neuronales tienen la capacidad de aprender de la experiencia, de abstraer características esenciales a partir de entradas que presentan información irrelevante, de generalizar de casos anteriores a nuevos casos etc. Todo esto permite, su aplicación en un gran número de áreas muy diversas (Machicado, 2009).

### **2.4.2. Definición de neurona biológica y artificial**

La neurona está considerada como la unidad nerviosa básica, tanto funcional como estructural del sistema nervioso. La neurona no se divide ni se reproduce. Su número permanece fijo desde el nacimiento y a partir de una determinada edad se van perdiendo gran número de ellas. Partiendo de la unidad básica de las redes neuronales biológicas, es la neurona y está formada por sinapsis, axón, dendritas y cuerpo véase Fig. 2.1.

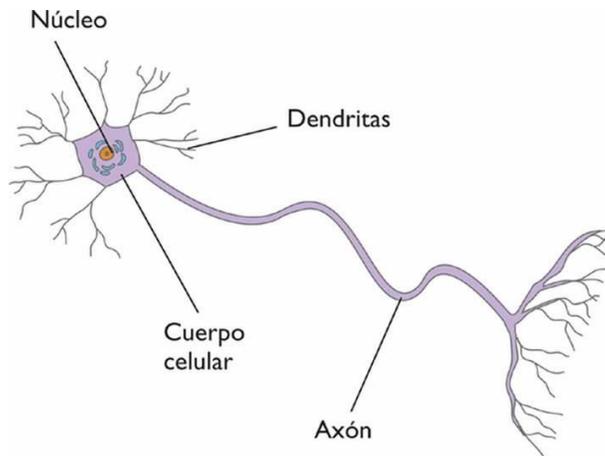


Fig. 2.1 Neurona biológica (Nacelle, 2009).

También existe la neurona artificial, es una unidad de procesamiento de información, siendo un dispositivo simple de cálculo que ante un vector de entradas proporciona una única salida véase Fig. 2.2.

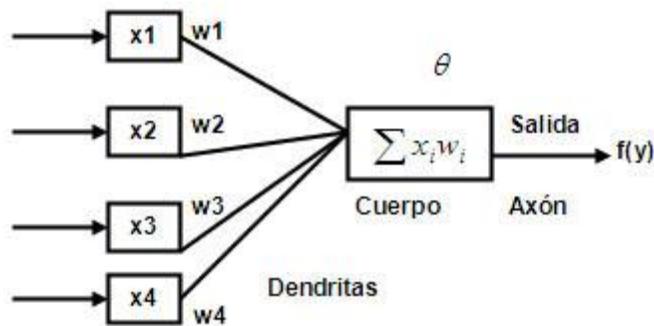


Fig. 2.2 Neurona artificial (Piedra, 2007).

### 2.4.3. Estructura de la RNA

Basogain en su trabajo "Redes Neuronales Artificiales y sus aplicaciones" comenta que las múltiples conexiones de la computación neuronal brindan la capacidad del cálculo y su potencia. Es importante mencionar que las RNA pueden estructurarse de una o múltiples capas (Basogain, 2008).

La red más simple es un grupo de neuronas ordenadas en una capa, véase Fig. 2.3 donde se muestran los nodos circulares que sólo son distribuidores de las entradas y no se consideran constituyentes de una capa (Basogain, 2008).

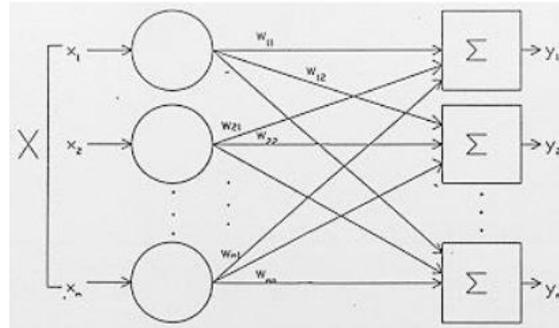


Fig. 2.3 Red neuronal de una capa (Basogain, 2008).

Cada entrada está conectada a través de su peso a una neurona artificial; en la práctica existe conexiones eliminadas e incluso conexiones entre salidas y entradas, pero esta imagen muestra una conectividad total por razones de generalización. “Normalmente las redes más complejas y grandes ofrecen mejores prestaciones en el cálculo computacional que las redes simples” (Basogain, 2008, p.16.). Las redes multicapa son formadas por un grupo de capas simples en cascada, donde la salida de una capa es la entrada de la siguiente capa. Se ha demostrado que estas redes presentan cualidades y aspectos por encima de las redes de capa simple, es importante resaltar que la mejora de las redes multicapa radica en la función de activación no lineal entre capas véase Fig. 2.4 (Basogain, 2008).

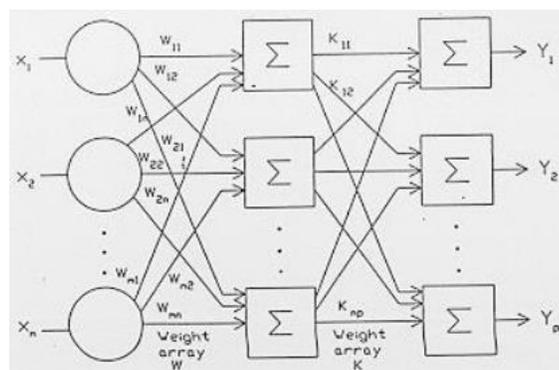


Fig. 2.4 Red neuronal multicapa (Basogain, 2008).

#### **2.4.4. Tipos de aprendizaje para las RNA**

Una de las principales características de la RNA es su capacidad de aprendizaje y el objetivo del entrenamiento de estas es conseguir que una aplicación determinada para un conjunto de entrada, produzca el conjunto de salidas deseadas o mínimamente consistentes. El proceso de entrenamiento consiste en la aplicación secuencial de diferentes conjuntos o vectores de entrada para que se ajusten los pesos de las interconexiones según un procedimiento predeterminado. Los algoritmos de entrenamiento se pueden clasificar en los siguientes (Basogain, 2008) y (Moya, Herrero, & Guerrero, 1998):

*Entrenamiento supervisado:* en estos algoritmos se necesita el emparejamiento de cada vector de entrada con su correspondiente vector de salida. El entrenamiento consiste en presentar un valor de entrada a la red y calcular su salida de la red y comparar con la salida deseada, el error o diferencia se utiliza para realimentar la red y cambiar los pesos de acuerdo con el algoritmo que tiende a minimizar el error (Basogain, 2008) y (Moya, Herrero, & Guerrero, 1998).

*Entrenamiento no supervisado:* Los vectores de entrenamiento son los vectores de entrada. El algoritmo de entrenamiento modifica los pesos de la red de forma que produzcan vectores de salida consistentes. El proceso de entrenamiento extrae las propiedades estadísticas del conjunto de vectores de entrenamiento y agrupa en clases los vectores similares (Basogain, 2008) y (Moya, Herrero, & Guerrero, 1998).

#### **2.4.5. Tipos de RNA**

A continuación, se muestra una breve descripción (RNA, diseñador, año, tipo, características) de los tipos de RNA más comunes y frecuentes en los sistemas de computación neuronal. La mayoría de estos se pueden clasificar en aplicaciones de predicción, clasificación, asociación, conceptualización, filtrado y optimización

(Basogain, 2008) y (Moya, Herrero, & Guerrero, 1998). Véase Tabla 2.1 , con redes de entrenamiento supervisado como: Adaptive Resonance Theory Networks (ART) caracterizado por la resonancia adaptativa y Perceptron es el antecesor de Back-Propagation.

Tabla 2.1 RNA con entrenamiento supervisado (Moya, Herrero, & Guerrero, 1998).

<b>Entrenamiento Supervisado</b>				
<b>RNA</b>	<b>Diseñador</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Característica</b>
Adaline y Madaline	Bernard Widrow	1960	Predicción	Técnicas de Adaptación y Reconocimiento de Patrones.
ART Networks	Carpenter, Grossberg	1960	Conceptualización	Reconocimiento del Sistema Neuronal
Back-Propagation	Rumelhart y Parker	1985	Clasificación	Soluciona limitaciones de Perceptron

En este párrafo sólo se verán los acrónimos de la Tabla 2.2 donde se muestran entrenamientos no supervisados como: red Delta-Bar-Delta (DBD) caracterizada por acelerar la convergencia, Digital Neural Network Architecture (DNNA), Directed Random Search (DRS) esta utiliza una variable random, Functional-link Networks (FLN) caracterizado por una mejora realizada a Backpropagation, Hamming Networks clasifica utilizando la Distancia Hamming, Learning Vector Quantization (LVQ), Probabilistic Neural Network (PNN), Self-Organizing Maps (SOM) y Spatio-Temporal-Pattern Recognition (SPR) se caracteriza por ser invariante en el espacio y tiempo.

Tabla 2.2 RNA con entrenamiento no supervisado (Basogain, 2008).

<b>Entrenamiento no Supervisado</b>				
<b>RNA</b>	<b>Diseñador</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Característica</b>
Cascade-Correlation	Fahhman y Lebiere	1990	Asociación	Adición de nuevas capas ocultas
Counter-Propagation	Hecht -Nielsen	1987	Clasificación	Clasificación Adaptativa de Patrones
DBD Networks	Jacobb	1988	Clasificación	Métodos heurísticos
DNNA Networks	Neural	1990	Predicción	Implementa hardware función Sigmoid.
DRS Networks	Maytas y Solis	1965	Clasificación	Random en Ajuste de Pesos
FLN	Pao	1989	Clasificación	Mejora de Backpropagation
Hamming Networks	Lippman	1987	Asociación	Clasifica vectores binarios
Hopfield Networks	Hopfield	1982	Optimización	Concepto red en términos de energía
LVQ Networks	Kohonen	1988	Clasificación	Red Clasificadora
Perceptron Networks	Rosenblatt	1950	Predicción	Primer modelo Neuronal Artificial
PNN	Spetcht	1988	Asociación	Clasificación con métodos estadísticos.
Recirculation	Hinton y McClelland	1988	Filtrado	Alternativa a la red Backpropagation
SOM Networks	Kohonen	1979	Conceptualización	Aprendizaje sin supervisión.
SPR Networks	Grossberg	1960	Asociación	Red clasificadora



## 2.4.7. Algoritmo Multilayer Perceptron

Este es uno de los tipos de redes más comunes basada en otra red más simple llamada perceptrón simple solo que el número de capas ocultas puede ser mayor o igual que una. Es una red unidireccional (feedforward). La arquitectura típica de esta red es la siguiente, ver Fig. 2.6 (Palacios, 2003).

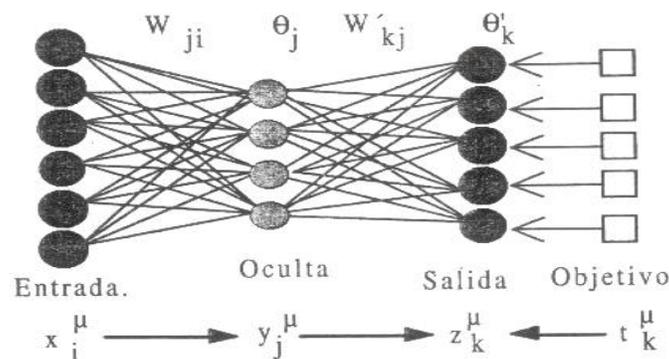


Fig. 2.6 Arquitectura de la red Multilayer Perceptron (Palacios, 2003).

Las neuronas de la capa oculta usan como regla de propagación la suma ponderada de las entradas con los pesos  $W_{ji}$  y sobre esa suma ponderada se aplica una función de transferencia de tipo sigmoide, que es acotada en respuesta.

Generalmente, mientras que los cerebros naturales se organizan, geoméricamente, en capas, también permiten una gran cantidad de retroalimentación topológica entre capas y a través del mundo exterior entre entradas y salidas. Las capas pueden clasificarse en tres tipos (Palacios, 2003):

- 1) Capa de entrada: Constituida por aquellas neuronas que introducen los patrones de entrada en la red. En estas neuronas no se produce procesamiento.
- 2) Capas ocultas: Formada por aquellas neuronas cuyas entradas provienen de capas anteriores y cuyas salidas pasan a neuronas de capas posterior.

- 3) Capa de salida: Neuronas cuyos valores de salida se corresponden con las salidas de toda la red.

La forma de la función de una sigmoide y el aprendizaje que se suele usar en este tipo de redes recibe el nombre de retro propagación del error (backpropagation). Como función de costo global, se usa el error cuadrático medio. Es decir, que dado un par  $(x_k, d_k)$  correspondiente a la entrada  $k$  de los datos de entrenamiento y salida deseada asociada se calcula la cantidad véase Fig. 2.7.

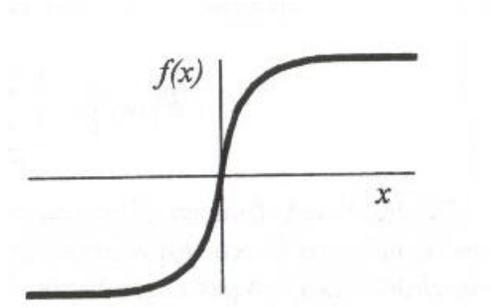


Fig. 2.7 Función sigmoide (Palacios, 2003)

### 2.4.8. Algoritmos SMO

Implementa el algoritmo secuencial de optimización mínima de John Platt para entrenar un clasificador de vectores de soporte. Esta implementación reemplaza globalmente todos los valores faltantes y transforma los atributos nominales en binarios. También normaliza todos los atributos por defecto. (En ese caso, los coeficientes en la salida se basan en los datos normalizados, no en los datos originales, esto es importante para interpretar el clasificador). Los problemas de varias clases se resuelven usando la clasificación por pares. Para obtener estimaciones de probabilidad adecuadas, se usa la opción que ajusta los modelos de calibración a las salidas de la máquina de vectores de soporte. En el caso de clases múltiples, las probabilidades predichas se acoplan utilizando el método de acoplamiento por parejas de Hastie y Tibshirani (Keerthi, Shevade, Bhattacharyya, & Murthy, 2001).

## 2.4.9. Algoritmos RBF Network

Este tipo de redes se caracteriza por tener un aprendizaje o entrenamiento híbrido. La arquitectura de estas redes se caracteriza por la presencia de tres capas: una de entrada, una única capa oculta y una capa de salida, véase Fig. 2.8.

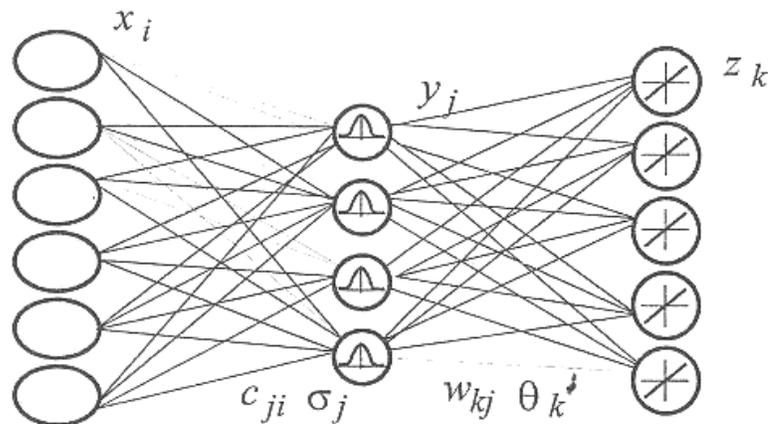


Fig. 2.8 Arquitectura de una red de función base radial (Palacios, 2003)

Aunque la arquitectura pueda recordar a la de un MLP, la diferencia fundamental está en que las neuronas de la capa oculta en vez de calcular una suma ponderada de las entradas y aplicar una sigmoide, estas neuronas calculan la distancia euclídea entre el vector de pesos sinápticos (que recibe el nombre en este tipo de redes de centro o centroide) y la entrada (de manera casi análoga a como se hacía con los mapas SOM) y sobre esa distancia se aplica una función de tipo radial con forma gaussiana, ver Fig. 2.9 (Palacios, 2003).

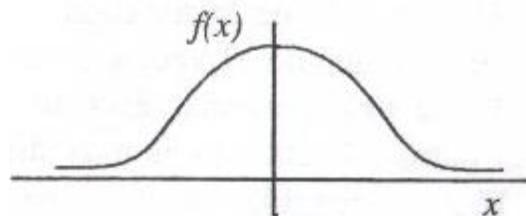


Fig. 2.9 Forma función tipo gaussiana (Palacios, 2003)

## **2.5. Metodología Programación Extrema (XP)**

El software educativo genéricamente definido como cualquier programa computacional con características estructurales y funcionales, que sirven de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar, siempre pensamos en la metodología que ayudará al optimo desarrollo del producto, es importante identificar las etapas a seguir para alcanzar el objetivo deseado; en este caso en particular se implementó la metodología ágil XP (Bautista, 2018) y (Wells, 2009).

La XP contempla las fases: planificación en esta fase se definen las historias de usuario y las especificaciones funcionales haciendo el levantamiento de requerimientos para la definiciones de los ejes, habilidades cognitivas, reglas de negocio, orden en el cual se presentarán las actividades propuestas, complejidad de las mismas, dispositivos móviles con el sistema operativo Android a partir de la versión KitKat (API 19), diseño esta fase se enfoca en realizar lo mínimo indispensable de la forma más sencilla, clara, intuitiva y amigable de cada actividad de forma gráfica, para pasar a su codificación en la cual se implementan las historias de usuarios bajo estándares de codificación, el código debe caracterizarse por ser consistente, entendible y adaptable, la última fase son las pruebas durante la cual se ejecutan diferentes pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación y se depuran los errores con el objetivo de entregar al cliente un aplicación totalmente funcional (Bautista, 2018), (Merecí, 2017) y (Wells, 2009).

### **2.5.1. Fases y antecedentes de la metodología programación extrema**

La Metodología Programación Extrema (XP) se adapta para el desarrollo de esta aplicación educativa, ya que sus objetivos se enfocan en proporcionar al cliente lo que necesita y cuando lo necesita debiendo responder muy rápido a las necesidades de éste. Dicha programación se basa en la simplicidad, comunicación

y el reciclado continuo de código, para algunos no es más que aplicar pura lógica buscando una reducción de costos. Esta metodología se basa en cuatro valores: comunicación, sencillez, retroalimentación y valentía; manipulando las variables de costo, tiempo, calidad y ámbito (Delgado, 2008).

En el 2017 se realizó una investigación que consistía en el desarrollo ágil de aplicaciones móviles en el aula, se delimitaron dos equipos para desarrollar con distintas metodologías (SCRUM y XP) en donde los resultados mostraron que el equipo que implemento XP acepto mejor los requisitos cambiantes, tuvo alta participación y cooperación entre sus integrantes (Herrera, López, Salinas, & Ventura, 2017). En este mismo año se desarrolló una guía metodológica basada en las características de las metodologías XP, SCRUM y TDD para dispositivos móviles con la finalidad de aumentar la calidad y productividad del producto entregado (Amaya, 2015). También se realizó una investigación exhaustiva de la metodología ágil XP, mostrando su efectividad en proyectos con requisitos cambiantes, reducción de tiempos de desarrollo, la alta calidad, su sencillez; cumpliendo con el objetivo de mostrar sus valores, principios y comparándola con las metodologías tradicionales (Blanco, 2017). Este año fue de grandes logros ya que también se implementó una aplicación móvil basada en XP para mejorar el proceso de consulta de saldo de las tarjetas del metro de Lima, específicamente la línea 1, resultando la reducción del tiempo de desarrollo de la aplicación, ya que mantuvo al mínimo la documentación y priorizó la interacción con el usuario (Vicenzo, 2017).

*Análisis:* En esta fase se realiza la recopilación de los requerimientos del proyecto describiendo, la interacción con el usuario, definiendo el comportamiento del sistema para estimar el tiempo necesario de la definición de las reglas de negocio, considerando los siguientes aspectos en los tradicionales casos de usos (Meléndez, Gaitan, & Pérez, 2016):

- 1) Nombre de la actividad.
- 2) Descripción.

- 3) Prioridad
- 4) Complejidad.

*Diseño:* Se enfoca en diseñar una solución con lo mínimo indispensable de la forma más sencilla, clara, intuitiva, amigable de forma gráfica que pueda funcionar y ser implementada en un momento determinado del proyecto. Kent Beck dice que en cualquier momento el diseño adecuado para el software es aquel que: supera con éxito todas las pruebas, no tiene lógica duplicada, refleja claramente la intención de implementación de los programadores y tiene el menor número posible de clases y métodos (Letelier & Penadés, 2006).

*Desarrollo:* Se enfoca en producir rápidamente versiones del sistema que sean operativas, aunque obviamente no cuenten con toda la funcionalidad pretendida para el sistema, pero si, que constituyan un resultado de valor para el negocio. Una entrega no debería tardar más 3 meses (Letelier & Penadés, 2006).

*Pruebas:* La producción de código está dirigida por las pruebas unitarias, establecidas antes de escribir el código y ejecutadas constantemente en cada modificación del sistema, los clientes escriben las pruebas funcionales para cada caso de uso o historia del usuario que deba validarse; en este contexto de desarrollo evolutivo y pruebas constantes, la automatización para apoyar esta actividad es crucial. Cualquier programador puede cambiar cualquier parte del código en cualquier momento, motivando a todos a contribuir con nuevas ideas en todos los segmentos del sistema, evitando programadores imprescindibles para realizar cambios de código. Toda la producción de código debe realizarse con trabajo en parejas de programadores; de acuerdo con Cockburn y Williams para identificar los costos y beneficios de la programación se tiene (Letelier & Penadés, 2006):

- 1) Muchos errores son detectados conforme son introducidos en el código (inspecciones de código continuas).
- 2) Tasa de errores del producto final baja.

- 3) Mejores diseños y menor tamaño del código (continua discusión de ideas de los programadores).
- 4) Resolución rápida de problemas de programación.
- 5) Existe la transferencia de conocimientos de programación entre los miembros del equipo.
- 6) Varias personas entienden las diferentes partes sistema. (García J. , 2018).
- 7) Mejoramiento del flujo de información mediante la comunicación.
- 8) Dinámica del equipo.
- 9) Los programadores disfrutan más su trabajo.

Cada pieza de código es integrada en el sistema una vez que esté lista, permitiendo que el sistema sea integrado y construido varias veces en un mismo día. Todas las pruebas son ejecutadas y tienen que ser aprobadas para que el nuevo código sea incorporado definitivamente. El equipo de desarrollo está preparado para modificar el código cuando sea necesario, debido a la confianza en la identificación y corrección de los errores de integración. Se debe trabajar un máximo de 40 horas por semana, no se trabajan horas extras en dos semanas seguidas y que el trabajo extra desmotiva al equipo. Los proyectos que requieren trabajo extra para intentar cumplir con los plazos suelen al final ser entregados con retraso. XP enfatiza a través del código, ciertos estándares de programación (del equipo, de la organización u otros estándares reconocidos para los lenguajes de programación utilizados). Los estándares de programación mantienen el código legible para los miembros del equipo, facilitando los cambios (Letelier & Penadés, 2006).

## **2.5.2. Herramientas de desarrollo**

Considerando el artículo publicado por García sobre el número de celulares vendidos en el 2017, informa la venta de 1,300 millones smartphone Android, alcanzando un 85.9% de la cuota del mercado (García J. , 2018). Parámetro que

permite definir el sistema operativo en el cual se desarrollara la aplicación de estudiantes de preescolar. Los dispositivos móviles con Android manejados para esta investigación serán de la versión 4.4 KitKat con la API 19 y superiores.

Android es una solución completa de software de código libre para teléfonos y dispositivos móviles; es un paquete que engloba un sistema operativo, un “runtime” de ejecución basado en Java, conjunto de librerías de bajo y medio nivel y un conjunto inicial de aplicaciones destinadas al usuario final. Otra definición de Android nos dice que es un sistema operativo creado por la compañía Google, el cual está pensado y desarrollado desde la ideología OpenSource, de ahí su enorme éxito y gran aceptación en el relativo poco tiempo de vida que tiene. Está basado en GNU Linux y enfocado a dispositivos móviles de todo tipo, ya sean teléfonos móviles, tabletas e incluso miniordenadores portátiles, que ya podemos encontrar en el mercado (Basterra, Berteá, Borello, Castillo, & Venturi, 2012) y (Cruz, Gopar, López, & Moya, S.F.).

Características de Android (Basterra, Berteá, Borello, Castillo, & Venturi, 2012):

- 1) Código abierto.
- 2) Núcleo basado en el Kernel de Linux.
- 3) Adaptable a muchas pantallas y resoluciones.
- 4) Utiliza SQLite para el almacenamiento de datos.
- 5) Ofrece diferentes formas de mensajería.
- 6) Soporte de Java y muchos formatos multimedia.
- 7) Soporte HTML, HTML5, Adobe Flash Player, etc.
- 8) Incluye emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis de rendimiento de software.
- 9) Catálogo de aplicaciones gratuitas o de paga en el que pueden ser descargadas e instaladas.
- 10) Bluetooth.
- 11) Multitarea real de aplicaciones.

### 2.5.3. Firebase

Es una plataforma de desarrollo móvil en la nube de google, ayuda a crear mejores aplicaciones para dispositivos móviles. A partir de un servicio web ofrece la posibilidad de programar aplicaciones con datos que se sincronizan en tiempo real a través de múltiples dispositivos, evitando muchas de las tareas engorrosas que toman cierto tiempo para programar. Se puede considerar como una base de datos remota, alojada en la nube y capaz de ser accedida desde navegadores y aplicaciones para dispositivos, que tiene como principal característica que responde en tiempo real a los cambios realizados en los datos. Este permite escribir datos en una base de datos y que estos datos se comuniquen a todos los clientes conectados a la misma fuente de datos (Alvarez, 2016) y (Enciso, Guarnizo, Torres, & Quezada-Sarmiento, 2018).

Se puede crea la interfaz o aprovecha la interfaz de usuario (IU) de código abierto y totalmente personalizable (Firebase); sus características principales son: almacenamiento y sincronización de datos en tiempo real (Realtime Database). La administración de usuarios simple y segura, ofrece diversos métodos para autenticar, como: correo electrónico y contraseña, proveedores externos como Google o Facebook, o sistemas de cuentas existente de manera directa.

También ofrece realizar conexiones simultáneas, GB de almacenamiento, GB de descarga y copias de seguridad automáticas, como (Alvarez, 2016):

- 1) *Sincronización en tiempo real para datos JSON*: Es una base de datos No SQL alojada en la nube que accede a almacenar y sincronizar datos entre usuarios en tiempo real.
- 2) *Colabora entre dispositivos con facilidad*: La sincronización en tiempo real permite que los usuarios accedan a sus datos desde cualquier dispositivo, web o móvil, y los ayuda a trabajar en conjunto.

- 3) *Crea aplicaciones sin servidores*: Incluye en los SDK para dispositivos móviles y web, de tal forma se pueden crear aplicaciones sin la necesidad de usar servidores. Permite ejecutar código de back-end que responda a los eventos que se activan con la base de datos a través de Cloud Function para Firebase.
- 4) *Optimizada para el uso sin conexión*: Cuando los usuarios se desconectan, los SDK usan la caché local del dispositivo para publicar y almacenar cambios. Cuando el dispositivo se conecta, los datos locales se sincronizan de manera automática.
- 5) *Seguridad sólida basada en usuarios*: Realtime Database se integra con Firebase Authentication para brindar autenticación intuitiva y sencilla para programar. Permite usar el modelo de seguridad declarativo para permitir el acceso según la identidad de los usuarios o con patrones que coinciden con los datos.
- 6) *Parte de la plataforma Firebase*: Facilita el desarrollar aplicaciones de alta calidad, aumentar la base de usuarios. Cada función es independiente, pero son aún más potentes cuando se combinan.
- 7) *Autenticación (Authentication)*: Administra los usuarios de manera simple y segura. Permite la implementación de varios métodos para autenticar, entre ellos correo electrónico y contraseña, proveedores externos como Google o Facebook, o un sistema de cuentas existente de manera directa.
- 8) *Accede con facilidad y con cualquier plataforma*: Busca facilitar la creación de sistemas de autenticación seguros, al mismo tiempo que mejora la experiencia de incorporación y acceso para los usuarios finales. Proporciona una solución de identidad de extremo a extremo, compatible con cuentas de correo electrónico/contraseña, autenticación telefónica, Google, Twitter, Facebook, acceso de GitHub y más.
- 9) *IU flexible y directa*: Proporciona una solución de autenticación directa, de código abierto y personalizable que administra los flujos de interfaz de usuario para el acceso de estos. El componente de FirebaseUI Auth implementa recomendaciones para la autenticación en sitios web y

dispositivos móviles, lo que puede maximizar la conversión de acceso y el registro de la aplicación.

10) *Seguridad integral*: Este fue desarrollado por el equipo de desarrollo de Google Sign-in, Smart Lock y Chrome Password Manager, aplicando las prácticas internas de Google en la administración de una de las bases de datos de cuentas más grandes del mundo.

11) *Implementación rápida*: Permite configurar el sistema de autenticación en menos de 10 líneas de código, incluso con la capacidad de administrar casos complejos como la fusión de cuentas.

## **2.5.4. WireframeSketcher**

Es una herramienta que ayuda a los diseñadores, desarrolladores y gerentes de productos a crear rápidamente wireframes, maquetas y prototipos para aplicaciones de escritorio, web y móviles. Es una aplicación de escritorio y un complemento para cualquier IDE de Eclipse (Petru, 2008).

## **2.5.5. Guión Técnico**

En un soporte informático para permitir uno o diversos tipos de trabajo, a través de una combinación de formas de contenido como son: animación, texto, sonido, imagen, interactividad y video (Galán, 2006).

Este capítulo se destinó a explicar el marco teórico de la presente investigación identificando puntualmente cada uno de los aspectos a cubrir del panorama general descrito en el capítulo I, dando paso a nuestro siguiente capítulo donde se abordaron el marco metodológico, las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas.

# **Capítulo 3 Marco metodológico para el desarrollo de una aplicación móvil.**

En este capítulo se presentan los diferentes entregables generados en el marco de referencia XP con las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas. Mencionando las características importantes descritas por los autores en las diferentes pruebas de atención, percepción y memoria, así como indicando la forma en la cual se determinará el nivel de los estudiantes en cada actividad, los objetivos definidos por la SEP y propuestas generadas para reforzar los mismos, los diseños realizados para las actividades, las pantallas de la aplicación y las pruebas realizadas.

### 3.1. Introducción del diseño, desarrollo y pruebas de la aplicación

En la Fig. 3.1 se muestran todas las fases a realizar para concluir el proyecto para desarrollar una aplicación móvil, inicialmente se realiza el planteamiento del modelo educativo 2018 y la propuesta curricular para la educación básica 2018, así como los entregables apegados a la Metodología XP, mediante la cual se desarrollarán las fases de análisis, diseño y pruebas en este capítulo (Sossa & Guevara, 2013).

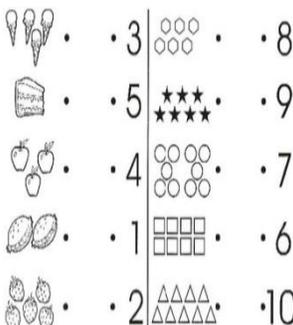
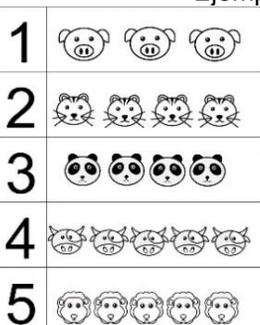
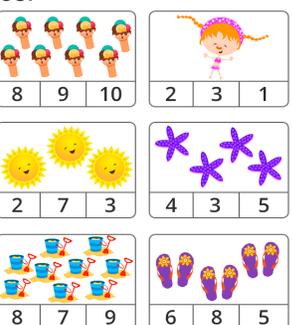


Fig. 3.1 Método de solución propuesta

### 3.2. Análisis de la aplicación

A nivel curricular interesa que niños aprendan a aprender, aprendan a ser, aprendan a convivir y aprendan a hacer. Contemplando la *conexión entre las actividades matemáticas*, propiciar el desarrollo del razonamiento matemático, es el punto de partida de las *actividades en la educación preescolar*. Realizar mediante el juego y la resolución de problemas, los principios del conteo (abstracción numérica) y de las técnicas para contar (inicio del razonamiento numérico), de modo que los estudiantes logren construir, de manera gradual, el concepto y el significado de número. En la Tabla 3.1 se muestran varios ejemplos para el objetivo de comunicar los 10 primeros números.

Tabla 3.1 Comunicar los primeros 10 números

Eje: Sentido numérico		Tema: Número	
<b>Objetivo:</b> Comunicar los primeros 10 números.			
<b>Procedimiento:</b>			
a) Relacionar el número con su representación gráfica. b) Identificar el número de objetos que representa al número representado a la izquierda. c) y d) Indicar el número representado por una colección.			
Ejemplos:			
			
a)	b)	c)	d)
b) Actividad 1 (Vasquez, D., 2014), b) Actividad 2 (Pinterest, 2015), c) Actividad 3 (eduFichas , 2016) y d) Actividad 4 (eduFichas , 2016).			

La necesidad de conocer los primeros 10 números inicia desde la vida diaria cuando los números de hacen presentes en la hora, el día de la semana, el número del mes, la cantidad de integrantes de la familia, la edad de cada uno de los integrantes de la familia, el costo del pasaje, entre otros aspectos. Para lo cual en la Tabla 3.1, se consideran las siguientes

actividades: Relacionar una colección con su número de elementos, Tachar el número de elementos que representan al número indicado, Tachar el número que representa la cantidad de elementos de la colección y elegir el número correcto; Actividad 1, 2, 3 y 4; respectivamente, ver los diferentes test vistos en el tema 2.3.2, enfocados al desarrollo de las habilidades cognitivas básicas manejan las siguientes variables para estimar un porcentaje de éxito considerando: (Amador, Forns, & Kirchner, 1995), (Bickfield, 2015), (Eñaños, 2013), (Forner, 1983) y (Scrib - Test de Toulouse Pieron, 2017).

*Aciertos*: Corresponde al número de respuestas correctas en cada actividad.

*Errores*: Es el número de respuestas incorrectas.

*Omisiones*: Número de respuestas correctas no consideradas por el estudiante.

*Tiempo*: Es el tiempo considerado necesario para el desarrollo de la actividad.

El tiempo dependerá de cada tema curricular y su nivel de complejidad, una vez que se cuente con las propuestas de diseño, los expertos en psicología y pedagogía apoyaran a determinar con mayor precisión esta información.

Para la estimación de los porcentajes de éxito se realizarán reglas de 3 contemplando, el número total de reactivos por tema curricular, el número de respuestas correctas, las omisiones y el tiempo de respuesta utilizando la siguiente formula con una estimación de un porcentaje de éxito véase *ecuación (1)*.

$$\% \text{ de éxito} = \frac{\text{Aciertos} - \text{Errores}}{\text{Aciertos} - \text{Omisiones}} \quad (1)$$

Los Niveles de Desempeño se pueden asociar a valores numéricos de una escala de 5 a 10. Para la estimación de la clasificación de acuerdo con lo establecido por la SEP en el diario oficial de la federación, que entró en vigor a partir del ciclo escolar 2018-2019, donde se establece que de acuerdo con los ejes y temas se determinan 4 clasificaciones distintas como son (Diario Oficial de la Federación, 2018):

- 1) Nivel IV (NIV). Indica dominio sobresaliente de los aprendizajes esperados. Sólo en el caso de las asignaturas de los campos de Formación Académica este nivel de desempeño se asocia con una calificación aprobada de 10.
- 2) Nivel III (NIII). Indica dominio satisfactorio de los aprendizajes esperados. Sólo en el caso de las asignaturas de los campos de Formación Académica este nivel de desempeño se asocia con las calificaciones aprobatorias de 8 y 9.
- 3) Nivel II (NII). Indica un dominio básico de los aprendizajes esperados. Sólo en el caso de las asignaturas de los campos de Formación Académica este nivel de desempeño se asocia con las calificaciones aprobatorias de 6 y 7.
- 4) Nivel I (NI). Indica dominio insuficiente de los aprendizajes esperados. Sólo en el caso de las asignaturas de los campos de Formación Académica este nivel de desempeño se asocia con una calificación reprobatoria de 5.

Una vez que los usuarios realicen las actividades en la aplicación, se estimará el porcentaje de éxito, se propone se ejecute 3 veces la actividad y generar un promedio de estos porcentajes para poder determinar la clasificación en la que se encuentra el estudiante, cabe mencionar que la variable del tiempo en el cual se ejecutó la actividad servirá de referencia, véase *ecuación 2*.

$$\text{Clasificación} = \frac{\% \text{ de éxito}1 + \% \text{ de éxito}2 + \% \text{ de éxito}3}{3} \quad (2)$$

### **3.3. Diseño de la actividad para comunicar los primeros 10 números**

Estas son las propuestas de pantallas para desarrollar la habilidad cognitiva percepción, considerando la batería Laget-head se muestran dos números uno de lado derecho y otro de lado izquierdo, el estudiante debe seleccionar el número indicado (baja complejidad), véase Fig. 3.2a. Se mostrarán varios números al azar, se indicará cuál es el número que debe seleccionar (complejidad media), véase Fig. 3.2b.

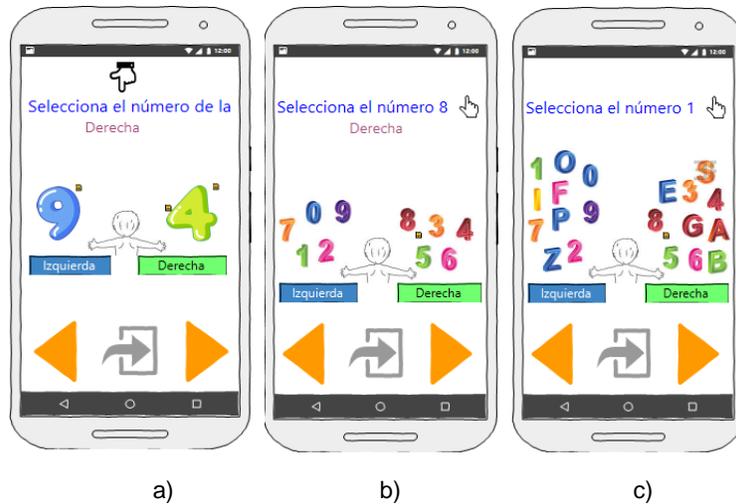


Fig. 3.2 a) Número a la izquierda y derecha (Ruiz, 2017), b) Seleccionar número indicado entre números, c) Indicar número de entre números y letras (Menta más chocolate, 2013).

También, se visualizará una misma cantidad de números y letras aleatoriamente y se seleccionará el número indicado (complejidad alta), véase Fig. 3.2c (Forner, 1983). Se considerará 3 reactivos correctos continuos para aumentar la dificultad de las preguntas y después de que estos se han respondidos correctamente se estará mostrando cada reactivo con diferente complejidad.

#### Consideraciones para **Comunicar los 10 primeros números mediante la percepción:**

- 1) Se debe seleccionar el número solicitado y esto permitirá al usuario identificar los distintos números del 1 al 10.
- 2) Si el estudiante responde correctamente Mostrar mensaje de “Felicidades” Fig. 3.3a, lo que permitirá proporcionarle motivación al acertar las preguntas y si la respuesta es incorrectamente Mostrar mensaje “Error” véase Fig. 3.3b y una imagen correspondiente a la equivocación.
- 3) Una vez que se han realizado el total de reactivos, calcular el % de éxito y mostrará al estudiante una estimación del número de aciertos obtenidos clasificándolos en “NI”, “NII”, “NIII” o “NIV” después de 3 veces que ha realizado la actividad con el promedio de los porcentajes de éxito.

4) En la parte inferior se mostrarán los botones: anterior (Si existirá una página anterior regresará), siguiente (Llevará a la siguiente página) y salir (cerrará la aplicación).

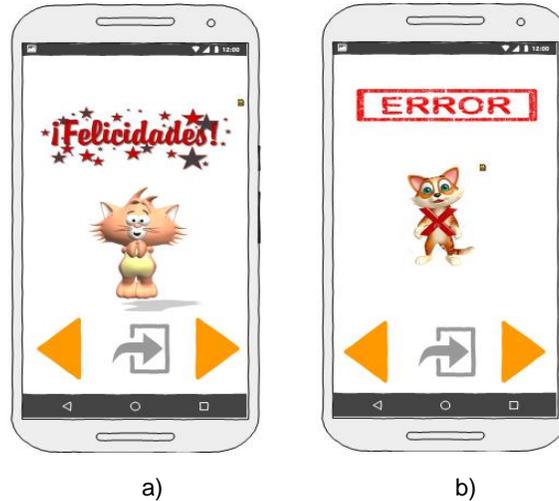


Fig. 3.3 a) Respuesta correcta (Gifs Amimados, 2017) y (Programa Casa Seguro, 2005) b) Respuesta incorrecta, (GallerySite, 2011) y (Dreamtime, 2005).

Las pantallas para mejorar la atención manejan: técnica de conteo, el juego clásico del dominó y el puzzle (*Eroski Comsumer, 2009*). Las propuestas para este ejercicio permiten al estudiante encontrar la colección que represente al número indicado ver Fig. 3.4a. Otra opción consiste, en encontrar la pieza de dominó correcta que corresponda a la secuencia mostrada en pantalla ver Fig. 3.4b. Finalmente, se propone un rompecabezas de los número donde se pueda ver el dígito, la cantidad con las manos y los objetos ver Fig. 3.4c. Se deberá ir cambiando aleatoriamente las propuestas de los reactivos.

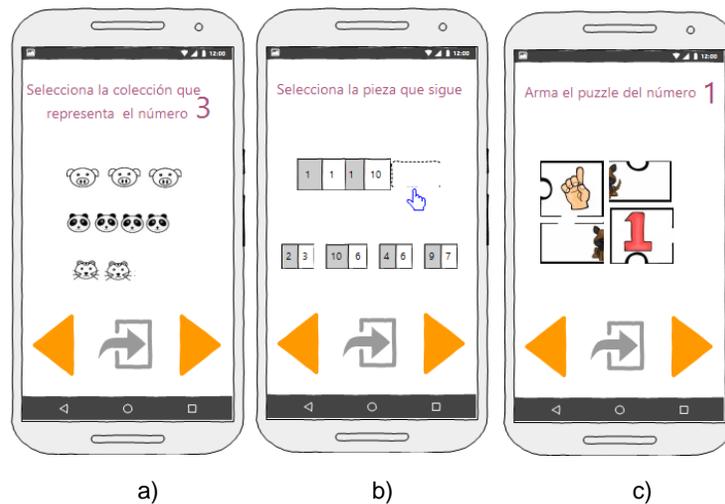


Fig. 3.4 a) Seleccionar colección (Pinterest, 2015), b) Indicar la pieza de domino y c) Armar el rompecabezas (Orientación Andújar, 2017).

Consideraciones para comunicar los primeros 10 números mediante la atención:

- 1) Se debe seleccionar la colección que represente el número indicado, la pieza de domino que continúe la secuencia y armar el rompecabezas.
- 2) Aplicar validación, véase Fig. 3.3a, Fig. 3.3b y consideraciones del tema 3.3. Diseño de la actividad para comunicar los primeros 10 números, en las consideraciones para comunicar los 10 primeros números mediante la percepción, inciso 2, 3 y 4.

La comunicación de los números se desarrollará con la habilidad cognitiva memoria se trabajó mediante las técnicas de: memorama, números escondidos y tarjetas de memoria (Sanchez, 2017). Para la técnica del memorama la información se representa con imágenes, donde los estudiantes deben ir formando parejas iguales, se ponen cartas boca abajo y se deben de ir destapando en pares, si estos son iguales se eliminan de la pantalla véase Fig. 3.5a. La propuesta de la Fig. 3.5 b muestra distintos objetos y los números del 1 al 10, los estudiantes deben seleccionar únicamente los números.

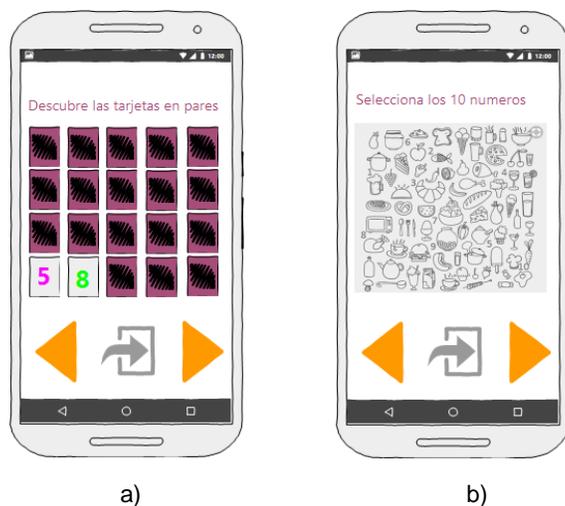


Fig. 3.5 a) Memorama y b) Seleccionar los 10 números (Pinterest, 2015).

Las tarjetas de memoria permiten mostrar ciertos números durante un lapso de 30 segundos, para que posteriormente se visualice una segunda tarjeta en la que se deben seleccionar los números que fueron mostrados en la Tarjeta 1 y también se muestran en la Tarjeta 2 véase Fig. 3.6a y Fig. 3.6b.

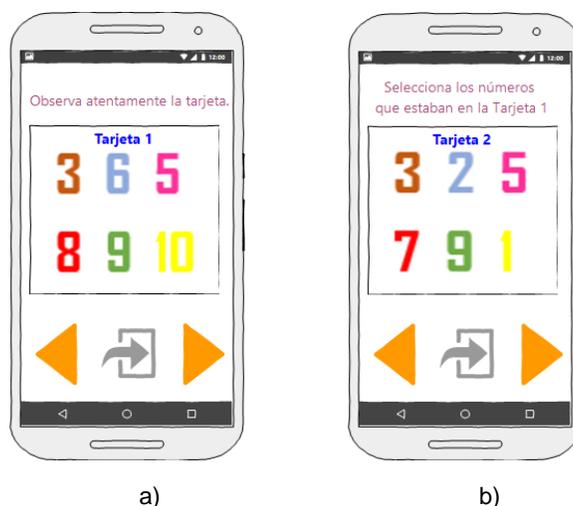


Fig. 3.6 a) Tarjeta de memoria 1 y b) Tarjeta de memoria 2.

Consideraciones para comunicar los 10 primeros números mediante la memoria:

- 1) Se debe encontrar los 10 pares o seleccionar los 10 primeros números e identificar los números que estaban en la tarjeta 1 y tarjeta 2.
- 2) Aplicar validación, véase Fig. 3.3a, Fig. 3.3b y consideraciones del tema “Comunicar los primeros 10 números mediante la percepción” inciso 2, 3 y 4.

### 3.4. Desarrollo y base de datos de la aplicación

En esta fase se elaboraron diversos entregables que permitían generar la aplicación móvil, con la cual los estudiantes interactuarán guardando un registro, con el cual se obtendrá un repositorio para posteriormente realizar el tratamiento de los datos clasificando a los estudiantes en niveles, como actualmente se maneja en la propuesta curricular de la SEP con NI, Indica dominio deficiente del indicador de logro. NII, Indica dominio básico del indicador de logro. NIII, Indica dominio satisfactorio del indicador de logro y NIV, Dominio sobresaliente del indicador del logro.

Existen actividades consideradas para las edades de 3 a 6 años, para las habilidades de atención, percepción y memoria mediante las cuales se pretende reforzar los conocimientos que los estudiantes han adquirido en el salón de clases; las entidades y atributos necesarios

para el registro de la interacción de los niños con la aplicación, determinó necesario considerar los *Ejes*, estos representan las áreas requeridas por asignatura en cada grado e implican diversos *Temas*. Para esta propuesta donde no solo se quiere reforzar el *tema* sino también las habilidades cognitivas surgen la entidad *habilidad* acotándola a atención, memoria y percepción; Las *actividades* se forman de *edad*, *habilidad*, *tema*, *nivel de complejidad* propio; esta *actividad* al ser manipulada por un estudiante, definido con la entidad *usuario* generará un *resultado* y un *detalle*, que incluye *nivel de complejidad* obtenido dentro de la misma por cada una de las *variables* antes definidas. Véase Fig. 3.7 donde se muestra claramente las relaciones entre Ejes (el número del eje actualmente es uno), el tema (Comunicar los primeros 10 números), las edades y actividades, como se muestra, se tienen 3 actividades para la edad de 3 años las cuales son: A001, A002 y A003 y para 5 años de tienen A004, A005 y A006.

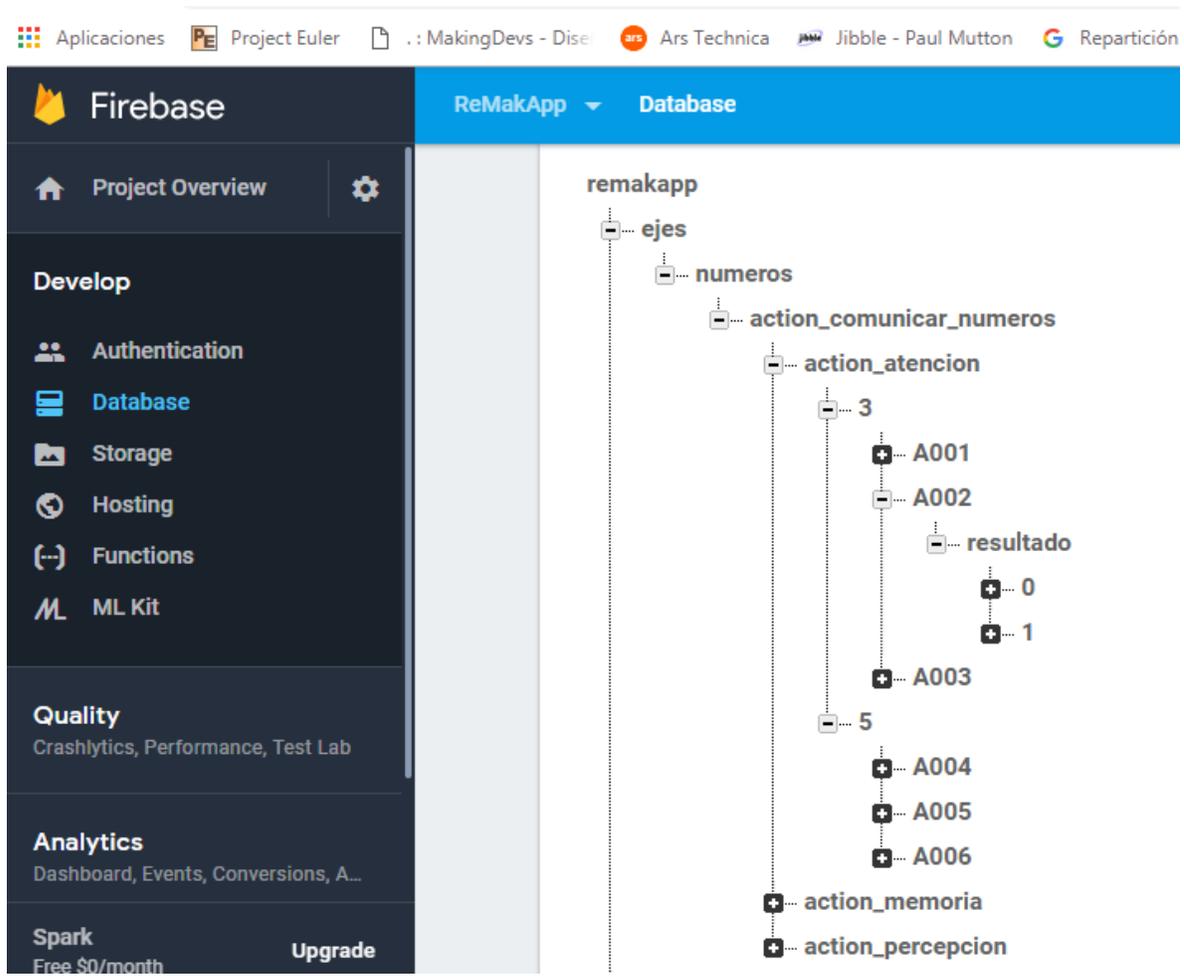


Fig. 3.7 Desarrollo de la base de datos en Firebase

Cuando un estudiante utiliza la aplicación se genera un registro en la base de datos de Firebase con los datos generales del usuario como: *edad*, *id*, *nombre*, *sexo*, *estatus*, *fechaPrimerIngreso* y *fechaUltimoIngreso*. También al realizar una actividad se registra la actividad que podría considerar los valores *A007*, *A008*, *A009*, etcétera, asociada al *ejeFBTreeMap*, el tema *Números*, el objetivo *action\_comunicar\_numeros*, la habilidad que puede ser *Atención*, *Memoria* ó *Percepción*, los *aciertosContinuos*, *aciertosTotales*, *clasificación*, *duraciónActividad*, *erroresContinuos*, *fallosTotales*, *nivelComplejidad*, *numIntentoPredominantes* y *numPreguntas*, ver Fig. 3.8.

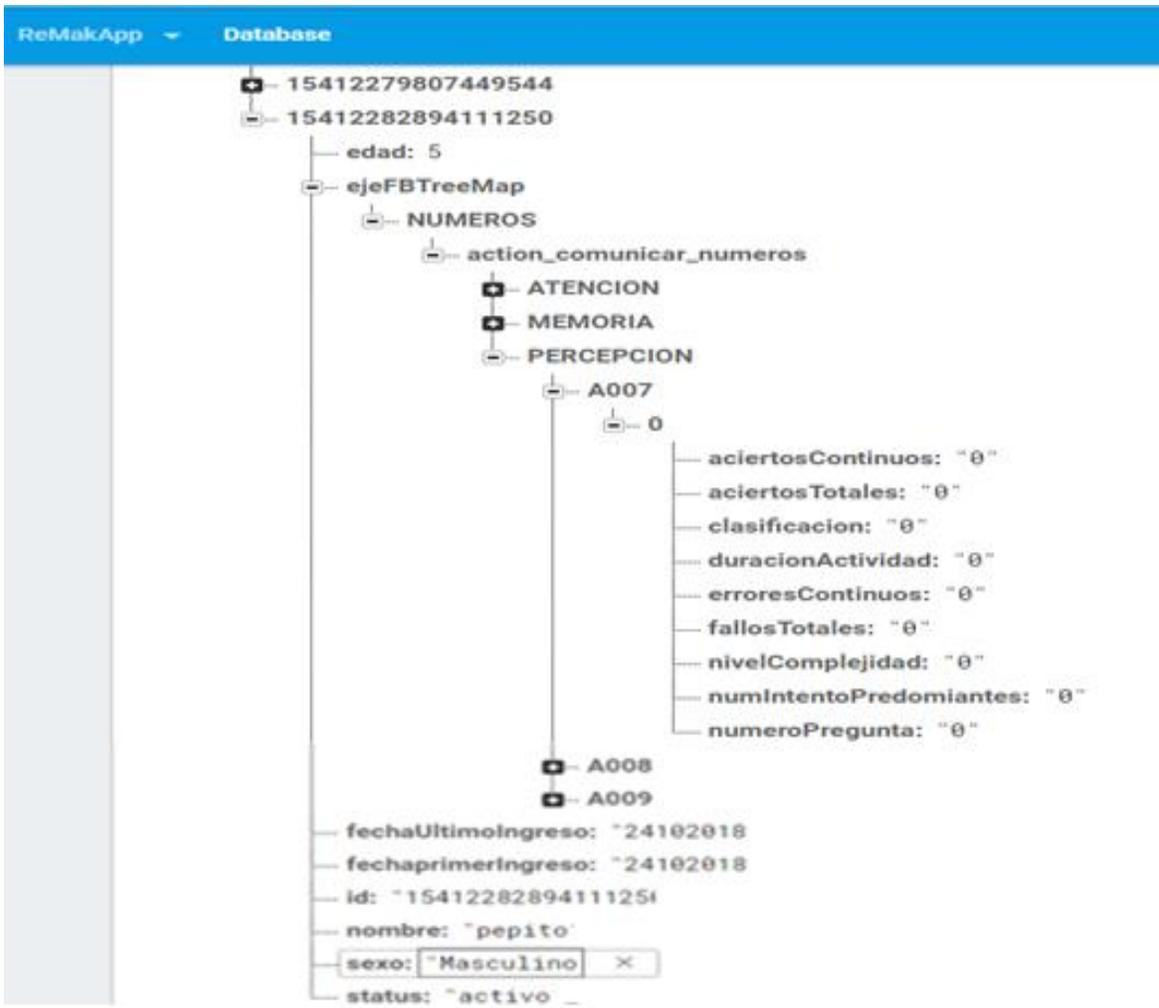


Fig. 3.8 Desarrollo de la base de datos en Firebase.

La Fig. 3.9 corresponde al diagrama entidad relación de la base de datos que se instala en los dispositivos móviles, la cual va registrando el progreso de la actividad, una vez concluida la misma, la información es enviada a la base de Firebase; en seguida se definen las entidades y sus posibles valores:

- 1) *Eje* este podrá estar definido mediante un *idEje* y una *descripción* que puede contener diversos valores como: sentido numérico, figuras geométricas, etcétera.
- 2) Para el caso del *Tema* podrá contener valores: comunicar los primeros 10 números, escritura de los primeros 10 números, comprar, igualar y clasificar colecciones en base al número de elementos, resolver problemas de conteo y resta, etc.
- 3) La *Actividad* se manejarán una por cada habilidad. Sus atributos *idActividad*, *descripción*, *nombre*, *idTema*, *idHabilidad*, *idComplejidad* y *edad*.
- 4) *Habilidad* pueden ser: atención, percepción y memoria. Los atributos de esta entidad son: *idHabilidad* y *descripción*.
- 5) La *Complejidad* es: baja, media y alta. Considera los atributos *idComplejidad* y *descripción*.
- 6) *ResultadoActividad* se integran del id del usuario, id clasificación, id actividad, el nivel de complejidad, el número de preguntas ejecutada y el porcentaje de éxito llamado de asertividad. Considera los atributos: *idResultadoActividad*, *idActividad*, *idUsuario*, *idClasificacion*, *nivelDeComplejidad*, *numeroDePreguntasEjecutadas* y *idComplejidad*.
- 7) La entidad *Usuario* se integra con el *idUsuario*, *nombre*, *edad* y *sexo*.
- 8) El *DetalleResultadoActividad* llevará los valores de las variables.
- 9) *Variable* se consideran los valores: aciertos, errores, tiempo, nivel de complejidad obtenido durante la ejecución de la aplicación, etc. Los atributos que contempla son: *idVariable*, *nombre* y *descripción*.

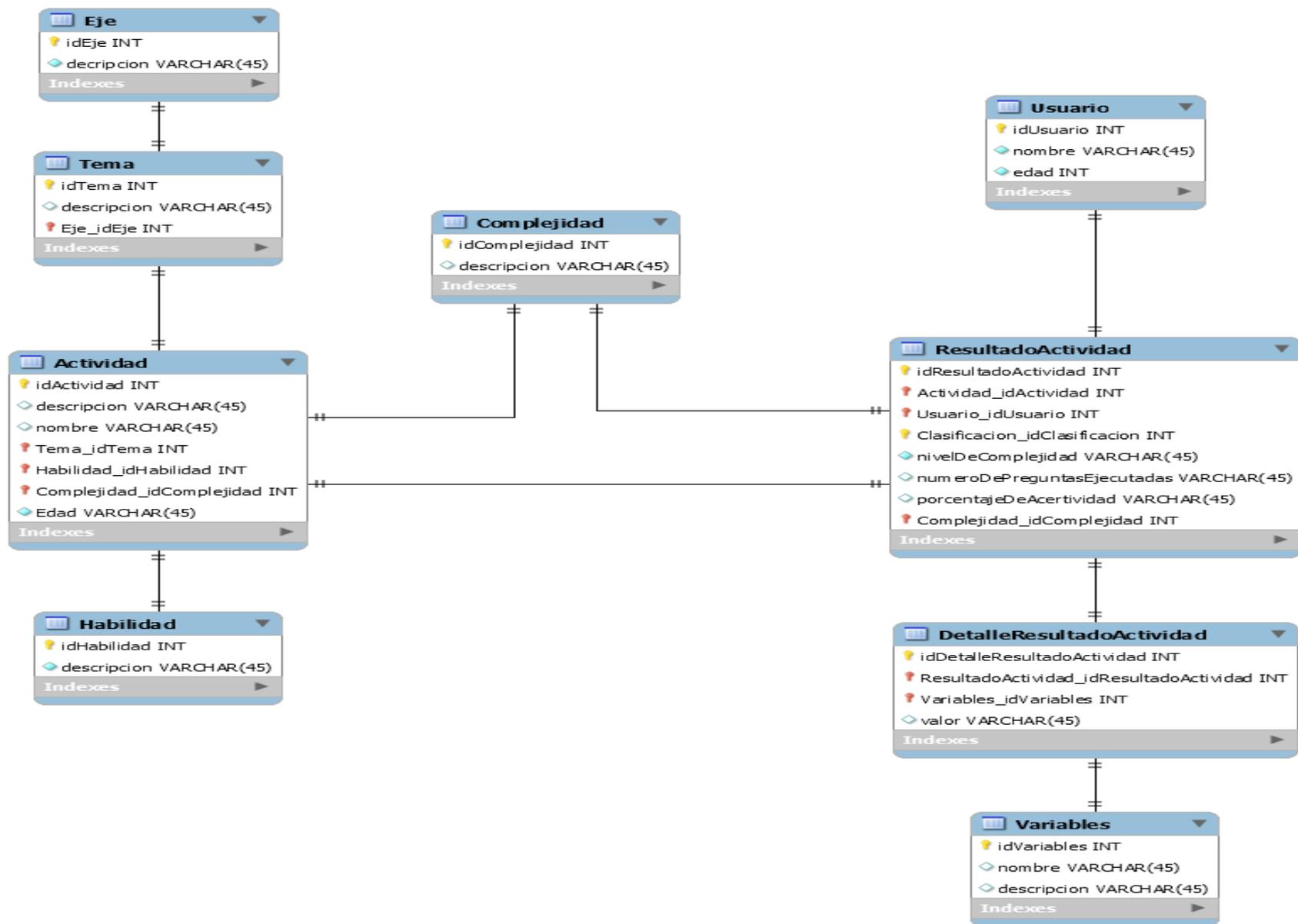


Fig. 3.9 Modelo de las entidades de la Base de Datos en SQLite.

A continuación, se muestra la actividad para comunicar los primeros 10 números véase Fig. 3.10. En la que se muestran 3 niveles de complejidad partiendo del bajo, medio y alto, en donde inicialmente se observa un número de cada lado, los audios y el texto indicando la instrucción al estudiante, de señalar el lado izquierdo o derecho según corresponda. En la complejidad media se presentan 6 números de cada lado y en la complejidad alta se muestran en cada lado no solo números sino también letras.

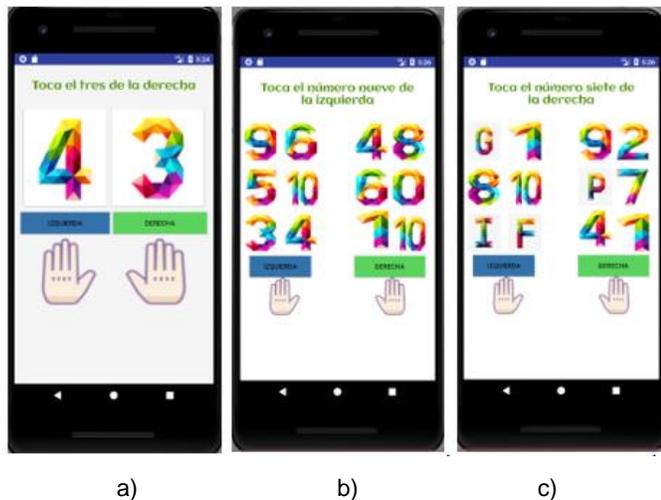


Fig. 3.10 Actividad para comunicar los primeros 10 números reforzando la percepción.

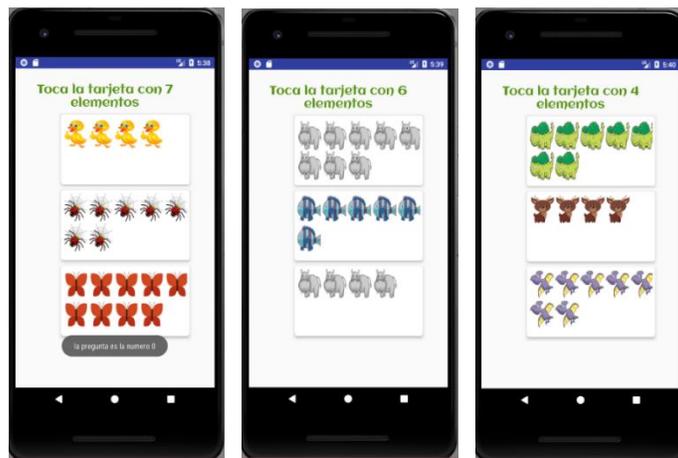
Las actividades propuestas para las edades de 4, 5 y 6 años se pueden ver en la Fig. 3.11 donde las tarjetas son de un nivel de complejidad alto, considerada para la habilidad de memoria, manejando 3 niveles de complejidad dentro de la actividad como son: bajo, medio y alto, logrando avanzar en los mismos con 3 aciertos consecutivos. La complejidad baja muestra solo 2 números de cada lado, la media 4 y 6 el alta.

La Fig. 3.12 muestra las pantallas de la actividad enfocada a la atención. Estas actividades permiten reforzar los números contando con bases más sólidas; son propuestas para las edades de 3 a 6 años, manejando un único nivel de complejidad dentro de la actividad también se relaciona con el conteo, los estudiantes deben señalar la colección que corresponda al número indicado en el audio representado con el número.



a) Complejidad alta

Fig. 3.11 Actividad para comunicar los primeros 10 números reforzando la memoria



a)

b)

c)

Fig. 3.12 Actividad para comunicar los primeros 10 números reforzando la atención

Las pantallas de registro de la aplicación se muestran a continuación, véase Fig. 3.13 donde se muestra el inicio con una bienvenida, solicitando el ingreso del nombre, indicando si es niño o niña, solicitando la edad y por último muestra los datos ingresados y una imagen correspondiente si es niño o niña. Se observa que una vez que se solicitó el nombre del usuario, al dar clic en el “Botón siguiente”, seleccionando si es niño o niña”, al hacer clic en “Siguiente” mostrará la pantalla que solita indicar la edad y por último, muestra una pantalla de bienvenida con un Hola y los datos insertados, una vez que se seleccionó el botón “Aceptar”, en la última pantalla se mostró la pantalla con las actividades por habilidad. En ésta se podrá indicar la actividad que se desea realizar por cualquiera de las 3 habilidades mencionadas

como: la atención, percepción y la memoria. Una vez concluida cualquiera de estas 3 actividades se mostrará un porcentaje de éxito véase tema 1.1, pero para poder clasificar el conocimiento del niño es necesario que este manipule en varias ocasiones la aplicación como mínimo 3 para poder generar un promedio de los porcentajes de éxito obtenidos.



Fig. 3.13 Registro del nombre del alumno, su sexo y edad del usuario.

### 3.5. Pruebas manuales y con la aplicación

Las pruebas se realizarán a estudiantes del Jardín de Niños Frida Kahlo con una matrícula vigente 63 alumnos en el ciclo escolar 2018-2019: 17 de primer grado, 24 de segundo y 22 de tercero. Inicialmente, serán de forma manual entregando físicamente con 3 actividades en papel para los 3 grados actuales, después se solicitará a los padres de familia descargar la App para que sus hijos la utilicen y después realizar nuevamente las actividades para poder comparar los resultados de ambas aplicaciones. A la par se solicitará a Tutores descarguen la aplicación para que sus hijos la usen y generar el repositorio de datos como se muestra en el diagrama de la metodología utilizada véase Fig. 3.1.

Las pruebas se desarrollaron de la siguiente forma:

- 1) Se fotocopia cada una de las actividades 66 veces, proporcionando una copia a cada uno de los alumnos y sus profesores; a estos últimos también se entregará un breve reporte donde se indica la fecha que se realizó la actividad, la hora de inicio y fin, si es primera o segunda aplicación y observaciones.
- 2) Se tomó el tiempo de forma grupal.
- 3) Se explicó las instrucciones a los estudiantes dando el tiempo necesario para contestar la pregunta.
- 4) Se presentaron las actividades de la aplicación en papel para las diferentes edades.
- 5) Se solicitó a los padres de familia descargaran la aplicación para que durante una semana los alumnos la manipulen (identificando a los alumnos que si la manipularon).
- 6) Se realizará una segunda fase de pruebas para comparar los resultados obtenidos.

A continuación, se muestran las pruebas piloto en papel que se realizaron a los estudiantes de preescolar, estas actividades corresponden a reforzar percepción (orientación derecha e izquierda y los números del 0 al 10), estas actividades en adelante serán denominadas como "*Actividad 3*", cabe mencionar que esta, es para niños de 3 años ver Fig. 3.14a. La Fig. 3.14b es la actividad que se realizó a los estudiantes de segundo y tercero; en ésta se integraron dos niveles internos de complejidad; la complejidad baja que consiste en que el estudiante conteste 4 ejercicios con un solo número de cada lado, la complejidad media considera 6 elementos por cada lado, estos de tipo numérico y la complejidad alta considera los últimos 3 ejercicios integrados con números y letras de cada uno de los lados, véase figura a y b. Los textos de estas imágenes indican el número y de qué lado debe estar ya sea derecha o izquierda.

Otras de las actividades consideradas para las pruebas aplicadas para los 3 grados, tiene la finalidad de reforzar la habilidad de la memoria, esta consistió en visualizar dos tarjetas con diferente número de elementos en las colecciones, el texto indicaba que se debía tocar o indicar la imagen con menos o más elementos según sea el caso, esta actividad se denominó "*Actividad 1*", ver Fig. 3.15a. La "*Actividad 2*" para reforzar la atención y la técnica del conteo, como se nombró al inicio de este tema, la cual fue aplicada para los 3 grados de preescolar,

los estudiantes deben seleccionar la colección con el número de elementos indicado en el texto, véase Fig. 3.15b.

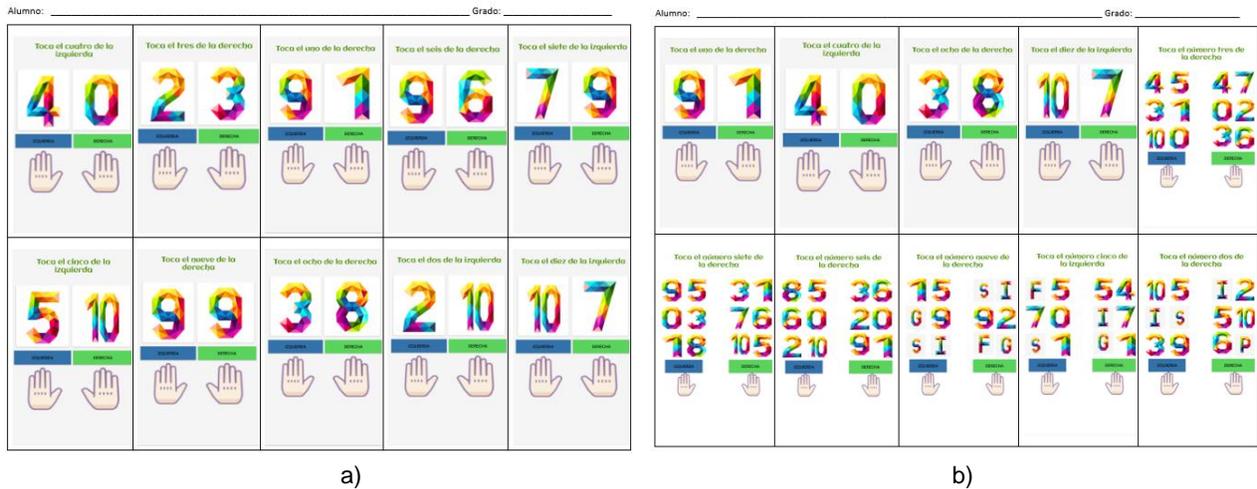


Fig. 3.14 a) Actividad de percepción 1° y b) Actividad de percepción 2° y 3°.

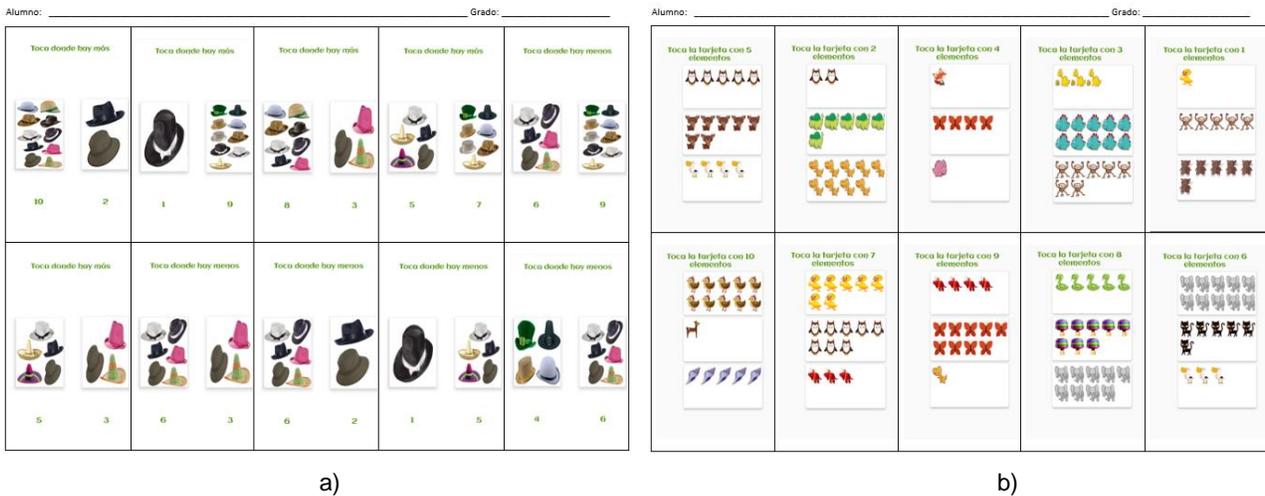


Fig. 3.15 a) Actividad 1 y b) Actividad 2.

Las pruebas con la aplicación, se realizaron mediante la solicitud a los tutores para que los estudiantes realizarán las pruebas mediante teléfonos con el sistema operativo Android en los cuales se descargó la aplicación, para que niños de 3 a 6 años la manipularan y así se generó el repositorio con las ejecuciones de cada uno.

### 3.6. Generación del repositorio

El repositorio está integrado de cada uno de los registros guardados al manipular la aplicación con las actividades para las habilidades de atención, percepción y memoria por los usuarios, estos registros que se encontraban guardados en la base de Firebase, fueron exportados del formato Jason en Excel, contemplando las siguientes columnas: *id* corresponde al identificador único del usuario, *Edad* se refiere a los años cumplidos del mismo, *Fecha Último Ingreso*, *Fecha Primer Ingreso*, *Nombre* del usuario, *Sexo* hace referencia así es un niño o niña, *Aciertos Continuos*, *Aciertos Totales* en la actividad, *Duración Actividad* tiempo es que se concluyó con la actividad, *Errores Continuos*, *Fallos Totales* en la misma, *Número Pregunta*, *Id2* correspondiente al número de vez que se ha realizado la actividad, *Id Actividad* considerando la habilidad y el *Porcentaje Éxito*, en la siguiente tabla se puede observar un fragmento de estos datos véase *Tabla 3.2* ó bien el documento en <https://d.docs.live.net/799c76267b03025a/Documents/Base%20de%20Datos%202019.xlsx>.

Tabla 3.2 Base de Datos exportada en Excel.

Id	Edad	Fecha Último Ingreso	Fecha Primer Ingreso	Nombre	Sexo	Aciertos Continuos	Aciertos Totales	Duración Actividad	Errores Continuos	Fallos Totales	Número Pregunta	Id2	Id Actividad	Porcentaje Éxito
15445615631548892	5	11/12/2018 14:52	11/12/2018 14:52	LECHI	M	0	6	19 segundos	0	0	6	2	A004	10.00
15445615631548892	5	11/12/2018 14:52	11/12/2018 14:52	LECHI	M	0	10	41 segundos	0	2	12	3	A004	8.18
15445653735713914	3	11/12/2018 13:29	11/12/2018 13:29	KARIME	H	1	10	74 segundos	0	5	15	2	A005	6.43
154456177140017271	4	11/12/2018 14:56	11/12/2018 14:56	SANTIAGO	H	1	10	123 segundos	0	1	11	1	A005	9.33
154456177140017271	4	11/12/2018 14:56	11/12/2018 14:56	SANTIAGO	H	1	10	104 segundos	0	0	10	2	A001	10.00
15445653735713914	6	11/12/2018 13:29	11/12/2018 13:29	BETO	H	1	10	49 segundos	0	0	10	1	A002	10.00
15445653735713914	6	11/12/2018 13:29	11/12/2018 13:29	BETO	H	0	5	37 segundos	0	1	6	4	A002	8.00
154455783851415387	6	11/12/2018 13:50	11/12/2018 13:50	GRECIA	M	2	10	28 segundos	0	1	11	1	A003	9.00
154456086520513269	3	11/12/2018 14:41	11/12/2018 14:41	KARIME	M	0	11	41 segundos	0	2	13	4	A003	8.18

### 3.7. Integración de la RNA

La integración de la Red Neuronal Artificial (RNA) realizó mediante los siguientes pasos *Normalizar BD* esta tarea consistió en determinar cuáles serían los atributos o características que permitieran un mejor procesamiento, después de determinar qué datos serían útiles se procedió a la Extracción de las características para realizar el *Agrupamiento* de los datos generando un archivo CSV que permita realizar la fase de pruebas y entrenamientos con estas instancias para proceder a la *Clasificación del Nivel del conocimiento matemático* de los 10 primeros números del actual Modelo. Para realizar los entrenamientos y pruebas se contemplaron los siguientes porcentajes de datos: 100%, 80%, 70% y 50%.

En este capítulo se abordó la metodología XP de la cual se tomaron los puntos que se adecuaban a las necesidades de la presente investigación, mostrando parte de los entregables desarrollados para alcanzar los objetivos descritos en el capítulo I, iniciando con las fases del proyecto como son: el modelo educativo integrado de las propuesta curricular y las fases de la metodología XP, continuando con la generación del repositorio y la integración de la red neuronal que consideró la normalización de la BD, el agrupamiento de los datos y la clasificación. También se mostraron las ecuaciones que se integraron en la aplicación, los diseños de las actividades, la base de datos en Firebase y SQLite así como la aplicación terminada. Siendo estos los insumos para dar paso a nuestro siguiente capítulo donde se mostrarán los resultados obtenidos en las 2 fases de pruebas, entre las cuales los estudiantes tuvieron la oportunidad de manipular la aplicación.

# **Capítulo 4 Resultados obtenidos con las pruebas y las Redes Neuronales Artificiales.**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas por alumnos, en el preescolar Frida Kahlo antes y después de manipular la aplicación, el banco de datos generado con la aplicación para clasificar mediante las redes neuronales SMO, RBF Network y Multilayer Perceptrón el pensamiento matemático con los valores NI, NII, NIII y NIV.

### 3.1 Pruebas realizadas en el Preescolar Frida Kahlo

Las pruebas se realizaron a estudiantes del Jardín de Niños Frida Kahlo con una matrícula vigente de 63 alumnos en el ciclo escolar 2018-2019, las pruebas se estructuraron de la siguiente manera: aplicación de actividades de forma manual, manipulación de la aplicación por los estudiantes solicitud realizada a tutores para la descarga y registro en ésta, aplicar nuevamente las actividades de forma manual y analizar resultados, con los registros de la aplicación se generó un repositorio. Únicamente el 86% de los alumnos realizó las pruebas manuales; correspondiente a la “Actividad 1”, “Actividad 2” y “Actividad 3” especificadas en el tema 3.5.

En los resultados se observó que los alumnos de primer grado obtuvieron un promedio general de 6.3, segundo 7.7 y tercero 8.0, destacando en la *actividad de memoria* los alumnos de 3°, en la *actividad atención* los 2° y en la *actividad percepción* 2°, ver Fig. 4.1. de acuerdo con las observaciones realizadas por las maestras a los niños de tercer grado les es muy complicado seguir las indicaciones en general, los de primero con ayuda de su profesora pudieron realizar los ejercicios sin inconvenientes y los de segundo grado fueron más accesibles para trabajar.

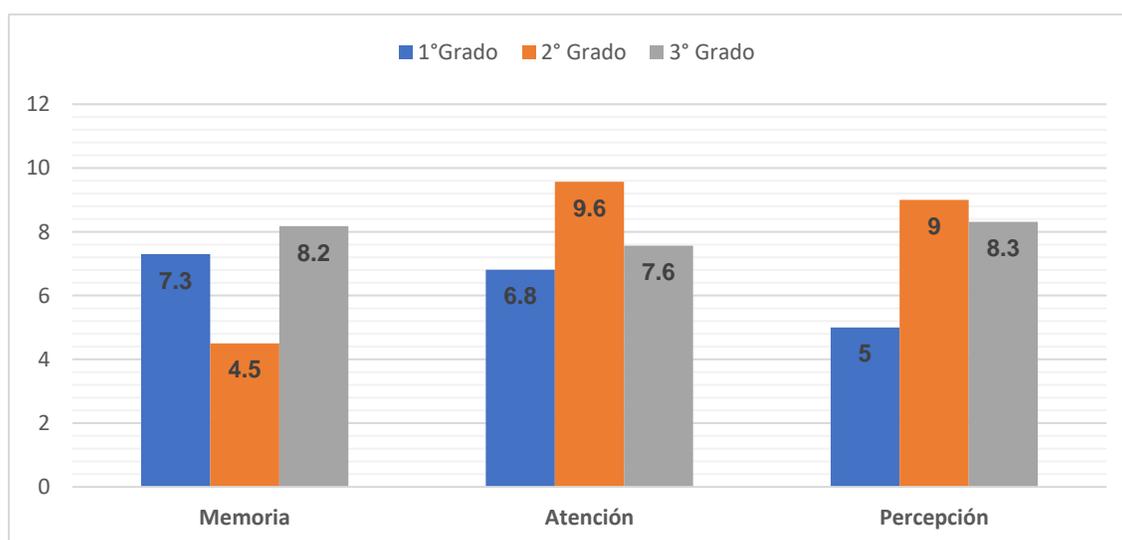


Fig. 4.1 Resultados de la primera aplicación de las actividades a los alumnos de Preescolar “Frida Kahlo”.

Una vez que se concluyó con las primeras pruebas se solicitó el apoyo a los padres de familia para descargar la aplicación “Remaap” desde Play Store, se esperó un par de semanas para volver aplicar la segunda fase de las pruebas manuales considerando las “Actividad 1” para la habilidad de memoria, “Actividad 2” para la habilidad de la atención y “Actividad 3” para la percepción, especificadas en el tema 3.5, obteniendo los siguientes promedios generales, 1° de 7.1, 2° de 8.3 y 3° de 8.5, 1° obtuvo mejores resultados en la actividad de memoria, 2° atención y 3° percepción, véase Fig. 4.2.

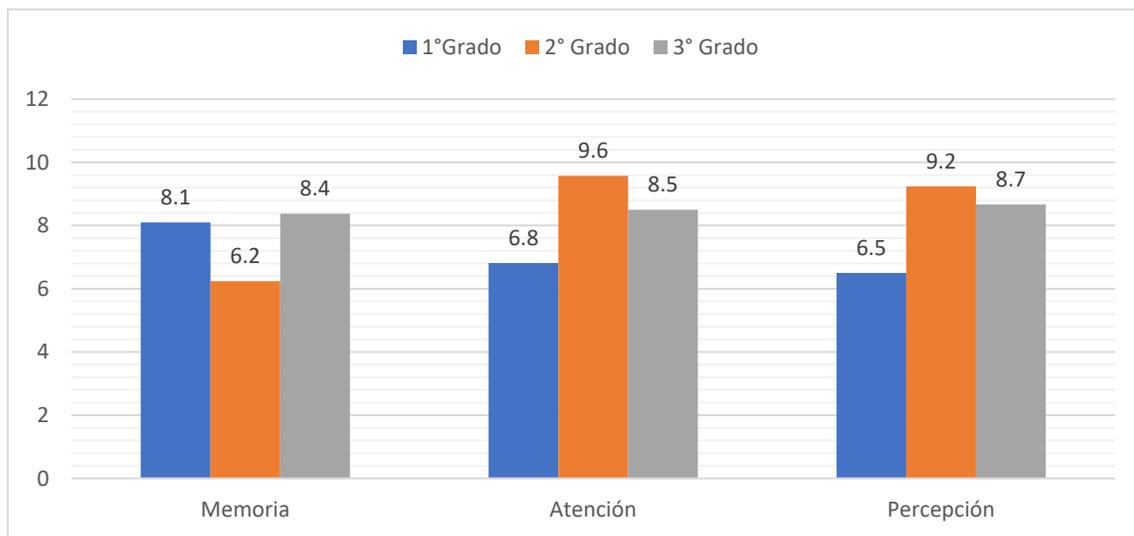


Fig. 4.2 Resultados de la segunda aplicación de las actividades a los alumnos de Preescolar “Frida Kahlo”.

A continuación, se muestra las imágenes de la primera y segunda fase de pruebas manuales, actividades de memoria, atención y percepción denominadas “Actividad 1”, “Actividad 2” y “Actividad 3” en el tema 3.5 ver Fig. 4.3.



Fig. 4.3 Actividad 1 enfocado a la memoria

Una vez que se analizaron los resultados se concluyó que las pruebas realizadas muestran un ligero incremento en el promedio general en la segunda fase véase Fig. 4.4 Los incrementos de los resultados obtenidos de la primeras a la segunda fase de pruebas fueron: para 1° del 0.8%, 2° de 0.6% y 3° de 0.5%.

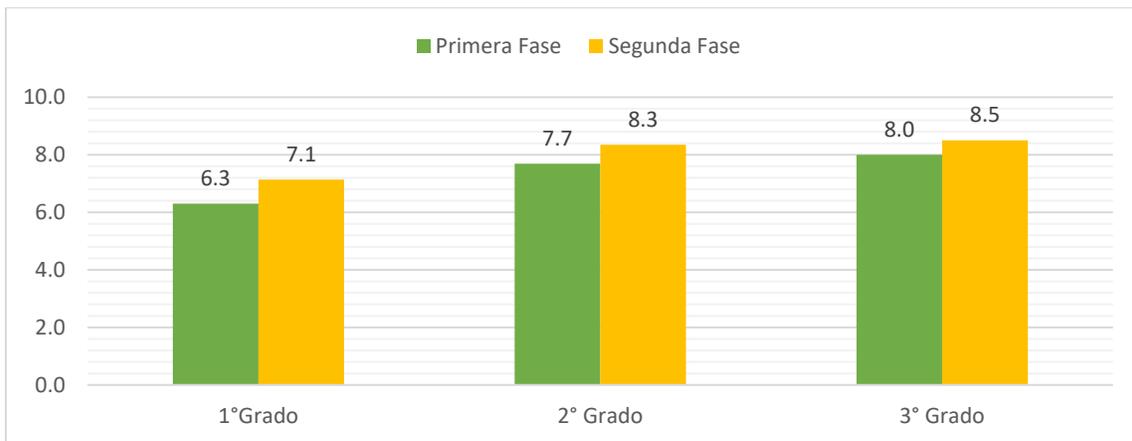


Fig. 4.4 Resultados de los alumnos que manipularon la aplicación.

Después de las pruebas realizadas a estudiantes de 3 a 6 años de edad que manipularon la aplicación para generar un repositorio de datos partiendo de 290 registros en la base de datos, de los cuales se inició extrayendo las características más importantes y normalizando estos datos; para generar un archivo CSV , siendo este el insumo principal para entrenar y probar redes neuronales que clasifiquen las siguientes características, edad, aciertos, errores, número de preguntas, porcentaje de éxito véase ecuación ( 1 ), número de la actividad, duración de la actividad, número de ejecuciones por usuario y la clase a la que pertenecen considerando el conocimiento del objetivo del pensamiento matemático con la clasificación por cada uno de los niveles manejados por la SEP.

### 3.2 Fase de pruebas, entrenamientos de las RNA

En esta fase se entrenaron y probaron diferentes tipos de redes (véase tema 2.4.5) entre las cuales se encuentra:

- 1) Deditic Morphological Neural Network (*DMNN*) esta red selecciona los patrones de todas las clases y abre un hipercubo (Sossa & Guevara, 2013); para las pruebas se consideraron los siguientes porcentajes de datos: 100%, 80%, 70%, 50%, con esta red se dividió en 94, 35, 46 y 57 cajas respectivamente.
- 2) *Multilayer Perceptron* con los siguientes criterios de evaluación: algoritmo de retropropagación con 500 épocas, 0.3 de porcentaje, 0 para variable aleatoria y 10 nodos.
- 3) Secuencial de Optimización Mínima (*SMO*) de John Platt para entrenar un clasificador de vectores de soporte) para las evaluaciones del Kernel=1, cross-validation=-1, seed=1 y 1.0 para el exponente.
- 4) Algoritmo de búsqueda de fuerza bruta para la búsqueda de vecino más cercano (*LinearNNSearch*) en este caso se utilizó 1 vecino y las instancias de entrenamiento se eliminan FIFO.
- 5) Radial Basis Function (*RBF*) red caracterizada por tener un aprendizaje o entrenamiento híbrido, las opciones consideran 2 clústers, seed=1, -1 para el número máximo de iteraciones para la regresión logística y 0.1 para la desviación estándar mínima de clúster.

A continuación, se muestra la Tabla 4.1 con los resultados obtenidos para el manejo de las pruebas y entrenamientos con el 100%, 80%, 70% y 50% de los 290 registros usados, esta tabla indica el nombre del método de clasificación, las medias aritméticas, la porción de datos considerados en los porcentajes de asignaciones correctas e incorrectas, en general todos los algoritmos SMO obtuvieron los porcentajes de asignaciones correctas más bajos al igual que LinerNNSearch véase Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Entrenamiento y pruebas considerando los 290 registros en diferentes porcentajes.

Métodos de Clasificación	Media Aritmética	Entrenamiento y Pruebas con el porcentaje de datos al							
		100%		80%		70%		50%	
		Correcta	Incorrecta	Correcta	Incorrecta	Correcta	Incorrecta	Correcta	Incorrecta
<i>DMN</i>	100%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
<i>Multilayer Perceptrón</i>	99.25%	100%	0%	100%	0%	99%	1%	98%	2%
<i>SMO</i>	96.25%	98%	2%	98%	2%	95%	5%	94%	6%
<i>LinearNNSearch</i>	96.75%	100%	0%	98%	2%	95%	5%	94%	6%
<i>RBF</i>	99.5%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	98%	2%

Se llevó a cabo el proceso de entrenamiento de cada uno de los métodos clasificadores con el 100%, 80%, 70% y 50% de los registros, obteniendo las matrices de confusión (Tabla 4.2), en ellas se muestra el nombre del algoritmo, el porcentaje de datos de las pruebas, El total de registros clasificados correctamente e incorrectamente, estos últimos resaltados con otro color.

Tabla 4.2 Matrices de confusión.

Multilayer Perceptron 100 %					RBF 100 %					LinearNNSearch 100 %					SMO 100 %				
a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado
165	0	0	0	a = NIV	165	0	0	0	a = NIV	165	0	0	0	a = NIV	165	0	0	0	a = NIV
0	28	0	0	b = NI	0	28	0	0	b = NI	0	28	0	0	b = NI	0	28	0	0	b = NI
0	0	27	0	c = NII	0	0	27	0	c = NII	0	0	27	0	c = NII	0	0	27	0	c = NII
0	0	0	70	d = NIII	0	0	0	70	d = NIII	0	0	0	70	d = NIII	0	0	0	70	d = NIII
80 % (145 registros)					80 % (145 registros)					80 % (145 registros)					80 % (145 registros)				
a	B	c	D	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado
81	0	0	0	a = NIV	81	0	0	0	a = NIV	81	0	0	0	a = NIV	81	0	0	0	a = NIV
0	10	3	0	b = NI	0	10	3	0	b = NI	0	9	3	1	b = NI	0	9	3	1	b = NI
0	0	15	0	c = NII	0	0	15	0	c = NII	5	0	10	0	c = NII	5	0	10	0	c = NII
0	0	0	36	d = NIII	0	0	0	36	d = NIII	0	0	0	36	d = NIII	0	0	0	36	d = NIII
70 % (87 registros)					70 % (87 registros)					70 % (87 registros)					70 % (87 registros)				
a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado
51	0	0	0	a = NIV	51	0	0	0	a = NIV	50	0	1	0	a = NIV	50	0	1	0	a = NIV
0	6	1	0	b = NI	0	7	0	0	b = NI	0	6	1	0	b = NI	0	6	1	0	b = NI
0	0	7	0	c = NII	0	0	7	0	c = NII	1	1	5	0	c = NII	1	1	5	0	c = NII
0	0	0	22	d = NIII	0	0	0	22	d = NIII	0	0	0	22	d = NIII	0	0	0	22	d = NIII
50 % (58 registros)					50 % (58 registros)					50 % (58 registros)					50 % (58 registros)				
a	b	c	d	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	D	Clasificado	a	b	c	d	Clasificado
34	0	0	0	a = NIV	34	0	0	0	a = NIV	34	0	0	0	a = NIV	34	0	0	0	a = NIV
0	5	0	0	b = NI	0	5	0	0	b = NI	0	5	0	0	b = NI	0	5	0	0	b = NI
0	0	3	0	c = NII	0	0	3	0	c = NII	1	0	2	0	c = NII	1	0	2	0	c = NII
0	0	0	16	d = NIII	0	0	0	16	d = NIII	0	0	0	16	d = NIII	0	0	0	16	d = NIII

Con la clasificación de los resultados se pudo observar que, de los 290 registros, 76 pertenecen a la “Actividad 1”, 67 a la “Actividad 2” y 147 a la “Actividad 3”; se analizaron los datos para poder determinar que porcentajes se ubicaron en las clases NI, NII, NIII y NIV. En la gráfica se observa que los alumnos evaluados (3-6 años), al utilizar la app fueron superando su habilidad obtuvieron un nivel de aprendizaje sobresaliente”, es decir nivel NIV.

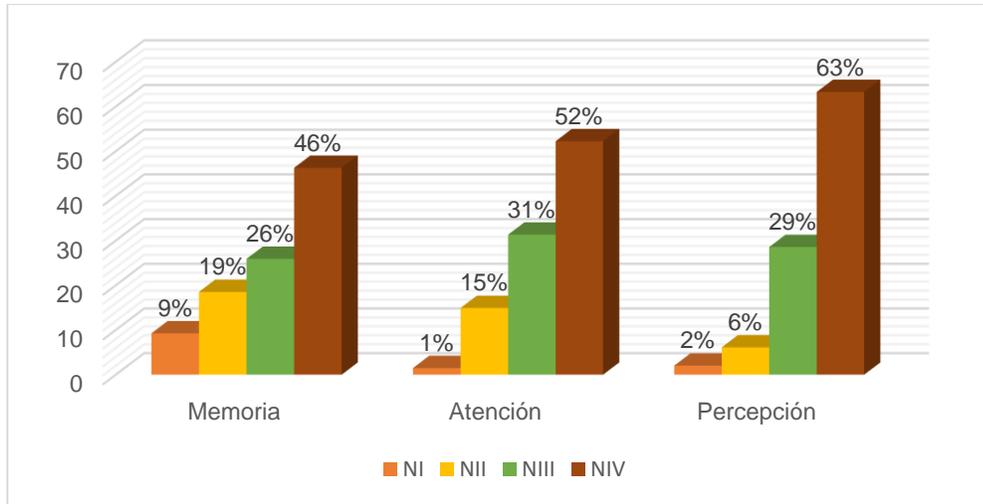


Fig. 4.5 Clasificación de los datos de la base de datos para las 3 actividades.

De los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a los alumnos del Jardín de Niños Frida Kahlo en el cual se consideraron 63 estudiantes de los cuales solo 61 realizaron las pruebas, 16 estudiantes de primero y solo 12 usaron la aplicación, 21 estudiantes de segundo de los cuales 13 usaron la aplicación y 24 de tercero siendo únicamente 17 que usaron la aplicación. Con estos datos se realizaron los promedios de los alumnos, que si habían manipulado la aplicación y los que no, para ver el comportamiento de los resultados, véase Fig. 4.6. en esta grafica se puede observar que la tendencia indica que los alumnos que si usaron la aplicación tuvieron mejores promedios que los que no la usaron.

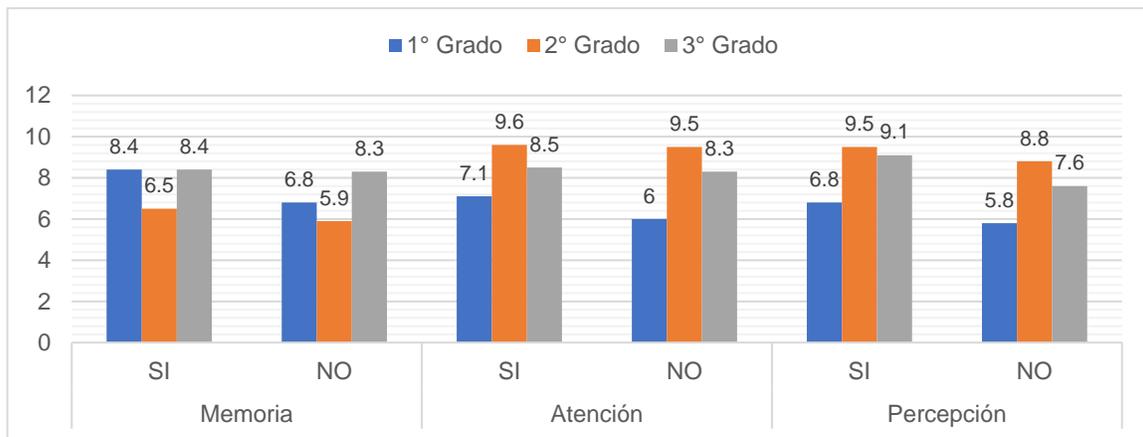


Fig. 4.6 Promedios de los alumnos que realizaron las pruebas identificando los que usaron la aplicación de los que no.

También se realizó el análisis de los números de ejecuciones que realizaron los usuarios obteniendo que 218 usuarios habían ejecutado la aplicación de 1 a 10 veces, 50 de 11 a 20 veces y 22 de 21 a 27 ejecuciones, ver Fig. 4.7.

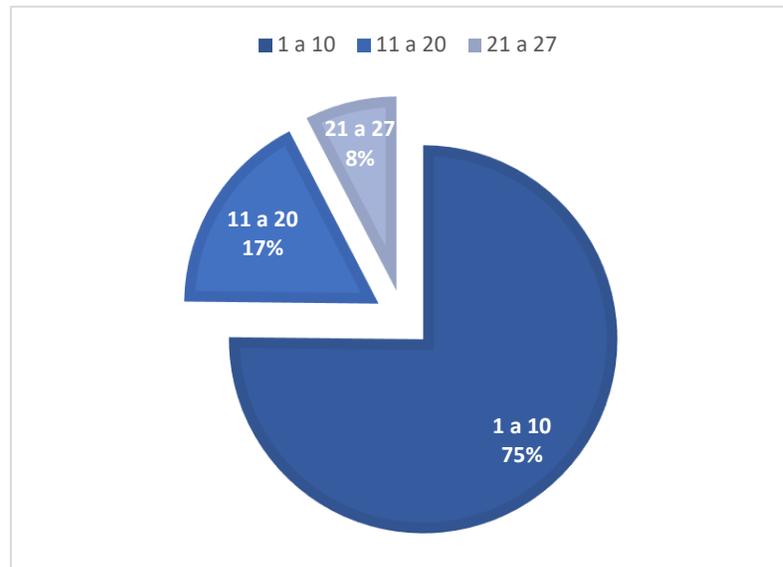


Fig. 4.7 Número de ejecuciones por usuario.

Para verificar la eficiencia de la aplicación se midió mediante el alcance de los objetivos establecidos, logrando medir las habilidades cognitivas y el conocimiento de los números en preescolar, se observaron diferentes tendencias en los registros de la base de datos como:

- 1) Entre más ocasiones se realizara la misma actividad, los tiempos disminuían.
- 2) De los registros de la base el 99% de los registros concluyó la actividad y solo el 1% no.
- 3) A pesar de que las pruebas se realizaron en el mes de diciembre del 2018 se puede observar en la siguiente extracción de la base de datos que la aplicación continúa siendo utilizada logrando la aceptación y gusto de los usuarios.
- 4) La duración de las sesiones, indica que 218 registros estuvieron conectados de 1 a 10 minutos y 72 más de 10 minutos.
- 5) En los primeros 3 meses de publicada la aplicación se continuó usando por un 40% de los usuarios.

A continuación, se muestra un pequeño extracto de la base de datos de los últimos ingresos realizados a julio de 2019, ver Fig. 4.8.

Id	Edad	Fecha Último Ingreso	Nombre	Sexo
15445556636731815	5	12-12-2018 00:43:46	KIA	Hombre
154456511143714136	3	11-12-2018 15:51:52	Nadia	Mujer
154471367311612945	4	13-12-2018 09:08:08	DIEGO	Hombre
154509997387911382	3	17-12-2018 20:26:15	ALDO DANIEL	Hombre
15454277226272730	5	21-12-2018 15:28:43	REGINA	Mujer
15455965880246858	3	23-12-2018 14:23:09	CIELO	Mujer
1546538310689684	3	03-01-2019 11:58:31	SAID MURAT	Hombre
1547218902963531	6	11-01-2019 09:01:44	Griselda	Mujer
15476143568655082	4	15-01-2019 22:52:41	NACHO	Hombre
154769421364516884	6	16-01-2019 21:03:35	AMAYA	Mujer
15518067194371079	3	05-03-2019 11:25:20	ANELIS	Mujer
15518132022916415	5	05-03-2019 13:13:23	ALISON	Mujer
15518331470678728	3	05-03-2019 18:45:48	EDER	Hombre
15518339205918804	3	05-03-2019 18:58:41	TEMOLZIN	Hombre
156201290021914640	3	01-07-2019 15:28:21	EDER	Hombre
156228385608524471	5	04-07-2019 18:44:17	EDER	Hombre
15623565927848979	3	05-07-2019 14:56:34	EDER	Hombre

Fig. 4.8 Extracto de la base de datos de los últimos ingresos a julio del 2019.

En este capítulo se presentaron los resultados obtenidos en las pruebas piloto en papel denominadas Fase I y las pruebas efectuadas en la Fase II una vez que algunos estudiantes manipularon la aplicación, obteniendo sus promedios y analizando, para concluir que los alumnos que usaron la aplicación mejoraron sus resultados en la Fase II. También se realizaron las pruebas con diferentes RNA y entrenamientos para obtener así la clasificación que acordó la SEP para los estudiantes en los objetivos de la Propuesta Curricular para la Educación básica.

# **Capítulo 5 Conclusiones y trabajos futuros**

En este capítulo se presentan las conclusiones y trabajos futuros después de haber desarrollado una aplicación móvil para el sistema Operativo Android con el fin de mostrar que se puede medir la parte cognitiva en la enseñanza de los números en preescolares considerando la clasificación emitida por la SEP sobre los logros en la enseñanza.

La educación y formación integral de los niños y niñas, siempre será un factor trascendente en el mundo. En el contexto actual de México, es urgente el desarrollo y aplicación de estrategias que promuevan la importancia de un desarrollo cognitivo complejo en los alumnos, desde el nivel básico, para que el crecimiento de nuestro país sea en beneficio de toda la sociedad.

Esta investigación, presentó el modelado de una aplicación móvil para reforzar el pensamiento cognitivo matemático, considerando todos los requerimientos del nuevo modelo educativo de la SEP, la solución se basó en lograr la interacción de la Neurociencia, la educación y la tecnología actual, para reforzar los conocimientos básicos, habilidades cognitivas y competencias, del capital infantil; y en este sentido, forjarlos conforme a los contenidos curriculares que entraron en vigor a partir del 2018.

El objetivo fundamental de esta tesis es apoyar a los estudiantes de nivel preescolar a reforzar los objetivos plasmados en la curricula del modelo educativo vigente, al mismo tiempo que se ejercitan las habilidades de atención, percepción y memoria; siendo estas de vital importancia para que los pequeños puedan alcanzar los conocimientos necesarios que les servirán de base en la vida diaria.

El aporte principal de esta investigación es que además de reforzar las matemáticas y habilidades cognitivas, permite estimar un porcentaje de éxito para las habilidades y el conocimiento matemático acorde con la nueva forma de evaluar en el modelo educativo; se asigna un nivel al conocimiento de los estudiantes, contemplando NI (no se cuenta con el dominio necesario para el indicador del logro), NII (dominio básico), NIII (dominio satisfactorio) y NIV (dominio sobresaliente).

El desarrollo de la app está basado en la metodología XP, en la cual se definieron las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas. Las pruebas con la aplicación permitieron alimentar la base de datos y se determinaron diferentes etapas en las cuales se reprocesaron los registros identificando las características principales y normalizando los datos, en otra etapa se entrenó y probó con diferentes redes neuronales indicando el nivel de conocimiento matemático de acuerdo con lo establecido por la SEP en el Modelo Educativo 2018. El aporte principal es que existen muchas aplicaciones que ayudan al niño al aprendizaje del

pensamiento matemático, pero no están enfocadas en las habilidades cognitivas (Monster Numbers, Jardín para cachorros Sago Mini y Granja 123).

Se identificó que, al considerar los diversos tipos de aprendizajes en la aplicación, se estimulaba a los usuarios, al mismo tiempo se logró observar que con el uso continuo de la misma los tiempos de respuesta mejoraban.

De acuerdo con las observaciones de los tutores, se detectó que se requiere una mejora en los mensajes que arroja la aplicación, ya que, al evaluar la respuesta de cada pregunta en las actividades asignadas, no era claro; debido a que algunos usuarios se confundían y no identificaban cuando acertaban o se equivocaban.

La RNA permitió identificar cuáles eran las variables que realmente aportaban un valor para la clasificación determinando la importancia de cada una de éstas, como el caso de la variable del tiempo ya que gracias a los diferentes valores de la base de datos se pudo determinar que esta variable no era confiable ya que el tiempo no determinaba el dominio del objetivo y de la habilidad cognitiva.

La clasificación de los resultados en su mayoría obtuvieron un nivel de aprendizaje sobresaliente, es decir nivel NIV de acuerdo con la clasificación emitida por la SEP, considerando los 290 registros; de los cuales 76 pertenecen a la “*Actividad 1*”, 67 a la “*Actividad 2*” y 147 a la “*Actividad 3*”.

Esta investigación ha permitido participar en los congresos: Décimo Congreso Internacional Sobre la Enseñanza y Aplicación de las Matemáticas artículo publicado con el título “Modelado de un manipulable virtual para reforzar el pensamiento cognitivo matemático” con ISSN-2448-7945.

La aplicación puede descargarse del “Play Store” con el nombre de “Remaap” esta pretende apoyar a los alumnos de nivel preescolar a reforzar los conocimientos que se les proporcionan en el salón de clases al mismo tiempo que ejercitan sus habilidades cognitivas como: atención, percepción y memoria, con la finalidad de seguirla probando y al mismo tiempo generar un repositorio con más información que podrá ser utilizada en futuras investigaciones

relacionadas con la Neurociencia computacional, Neurofeedback, Redes Neuronales Artificiales (RNA), entre otras; estas técnicas coadyuvarán de manera independiente o conjunta en diferentes vertientes:

a) Conocer con mayor precisión el comportamiento de cerebro humano ante estímulos externos del aprendizaje.

b) Usar la aplicación como estimulador para leer las ondas cerebrales, analizarlas e interpretarlas al interactuar con la app.

c) Extraer datos del repositorio, normalizarlos y entrenar una RNA para generar la interpretación más precisa.

Como trabajos a futuros se propone concluir los objetivos planteados por la SEP en los ejes: sentido numérico, forma, espacio y medida, con los siguientes temas como comparar, igualar y clasificar colecciones con base en la cantidad de elementos, relacionar el número de elementos de una colección con la sucesión numérica escrita, empezar a identificar la relación de equivalencia entre monedas de \$1, \$2, \$5 y \$10, resolver problemas mediante el conteo y con acciones sobre las colecciones.

Integrar a la aplicación los aprendizajes clave: lengua y comunicación que involucran lengua materna, literatura, lengua extranjera (inglés), exploración del mundo natural y social.

Realizar la medición de las ondas que emite el cerebro al usar la aplicación de acuerdo con cada una de las actividades enfocadas al pensamiento matemático permitiendo desarrollar las habilidades cognitivas atención, percepción y memoria.

# Glosario de términos

## A

**Aciertos:** Respuesta contestadas correctamente.

**Actividad:** Conjunto de acciones a seguir para cumplir los objetivos establecidos por la SEP.

**Algoritmo:** Conjunto ordenado y finito de operaciones simples a través de la cual podemos hallar la solución a un problema.

**Aplicación:** Programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas

**Atención:** Capacidad de recibir por medio de todos los sentidos, las imágenes, impresiones o sensaciones para conocer algo.

## B

**Base de Datos:** Conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

## C

**Características:** Cualidad o circunstancia que es propia o peculiar de una persona o una cosa y por la cual se define o se distingue de otras de su misma especie.

**Clasificación:** Se refiere a la acción de organizar o situar algo según una determinada directiva.

**Cognitiva:** Estudia procesos mentales como la percepción, la memoria o el lenguaje, cumpliendo la función comunicativa.

**Complejidad:** Sesgos diferenciadores según el dominio en consideración.

Comunicar: Proceso mediante el cual se puede transmitir información de una entidad a otra

CSV: Archivo de texto que almacena los datos en forma de columnas, separadas por coma y las filas se distinguen por saltos de línea.

## **D**

Dato: Representación simbólica (numérica, alfabética, algorítmica, espacial, etc.) de un atributo o variable cuantitativa o cualitativa.

Diseño: Descomposición del sistema en subsistemas menos complejos.

Desarrollo: Codificación de procesos y procedimientos para la generación de una aplicación.

Dominio: Facultad o capacidad de una persona.

## **E**

Edad: Tiempo que ha vivido una persona.

Eje: Reorganización del sistema educativo para desarrollar el potencial para ser exitosos.

Educación básica: Permite obtener los conocimientos elementales a partir de los cuales profundizar su sentido intelectual y racional.

Error: Acción que no sigue lo que es correcto.

Estimulación: Proporcionar mejores oportunidades de desarrollo intelectual para que sus habilidades y capacidades sean de mejor calidad.

Extracción: Tipo de recuperación de la información cuyo objetivo es extraer información estructurada o semiestructurada.

Entrenamiento: Preparación para perfeccionar el desarrollo de una actividad

## **F**

Fases: Ciclo de vida de un proyecto.

## **H**

Habilidad: Capacidad de una persona para hacer una cosa correctamente y con facilidad

Herramienta: Instrumento que sirve para alcanzar un objetivo.

## **I**

Indicador: Medida cuantificable de diagnóstico para una tarea.

## **M**

Manuales: Guía de instrucciones que sirve para el uso de un dispositivo, la corrección de problemas o el establecimiento de procedimientos de trabajo.

Modelo educativo: Serie de premisas y conceptos que estructuran la forma en que se imparte educación en un país determinado. El mismo busca obtener una mejora en la captación de conocimientos por parte de los educandos, y de esta manera impactar positivamente a la sociedad.

Memoria: Conjunto de procesos que nos permiten el almacenamiento y manipulación temporal de la información para la realización de tareas cognitivas complejas.

Metodología: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición.

Modelo: Cosa que sirve como pauta para ser imitada, reproducida o copiada.

Móvil: Aquello que tiene movilidad o que no está fijo o quieto.

## **N**

Neurociencia: Disciplina que se encarga del estudio del sistema nervioso abarcando distintos enfoques, como por ejemplo el químico, el cognitivo, etc.

## **O**

Objetivo: Planteamiento de una meta o un propósito a alcanzar de acuerdo con el ámbito donde sea utilizado.

## **P**

Play Store: Servicio de tienda virtual que permite distribuir aplicaciones (apps) para funcionar en el sistema Android.

**Pensamiento matemático:** Habilidad de pensar y trabajar en términos de números generando la capacidad de razonamiento lógico.

**Preprocesamiento:** Preparación de los datos para su manipulación y transformación.

**Propuesta curricular:** Definir qué debe enseñar en la escuela para formar a los educandos.

**Percepción:** Primer conocimiento de una cosa por medio de las impresiones que comunican los sentidos.

**Porcentaje de éxito:** El indicador mide el porcentaje de aciertos de los estudiantes en actividades.

**Pruebas:** Acción de probar algo para conocer sus cualidades, verificar su eficacia, saber cómo funciona o reacciona, o qué resultado produce.

## **R**

**Red Neuronal Artificial:** Modelo computacional vagamente inspirado en el comportamiento observado en su homólogo biológico.

**Registros:** Representación de un objeto único con datos estructurados en una tabla.

**Reforzar:** Es aumentar o incrementar algo.

## **S**

**SEP:** Secretaría de Educación Pública (SEP) tiene a su cargo la aplicación de la Ley General de Educación.

## **T**

**Tema:** Parte de un manual o de un libro de texto que forma una unidad independiente.

## **U**

**Usuario:** Quien usa ordinariamente algo.

## **V**

**Variable:** Representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio.

# Manual de usuario

## Introducción

En este documento se describirá la información clara y concisa de cada uno de los pasos a seguir para utilizar la aplicación correctamente.

La aplicación móvil para reforzar el pensamiento matemático mediante las habilidades cognitivas, fue creado con el objetivo de brindar a los estudiantes una herramienta que les permita coadyuvar al dominio de los números del 1 al 10.

## Objetivo

Guiar a los usuarios para acceder a la aplicación móvil, conocer cómo se utiliza, mediante una descripción.

### 1. Instalación de la App

La aplicación está disponible en APP Store con el nombre “Remaap”, como se muestra en la siguiente figura, como se muestra en la siguiente imagen Figura 1.

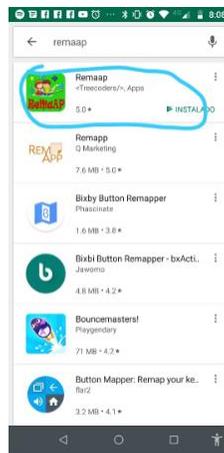


Figura 1 Remaap – Aplicación desarrollada

### 2. Registro de la aplicación

Para usar la aplicación esta debe estar instalada en un dispositivo móvil con el sistema operativo Android, a partir de la versión 4.4 Kitkat API 19, ya instalado este se debe abrir la aplicación, donde mostrará una pantalla de bienvenida, véase la siguiente imagen de bienvenida, Figura 2.



Figura 2 Pantalla de bienvenida

A continuación, se mostrarán las pantalla de registro iniciando con el nombre, en la cual una vez que se ha ingresado este y hacer clic en el botón “Continuar”, se mostrará la pantalla donde se indica si eres niño o niña y al dar continuar la pantalla donde se debe indicar la edad del usuario y hacer clic en el botón continuar, para proceder al registro del usuario, una vez que el usuario inserto su nombre, sexo y edad se mostrará la pantalla de confirmación con un mensaje de saludo y los datos ingresados ver Figura 3.

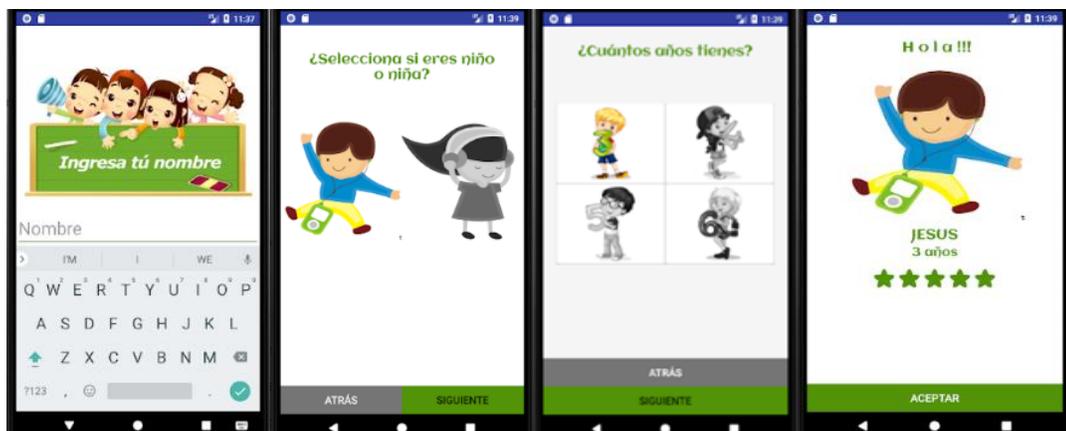


Figura 3 Pantallas de registro de usuario para el nombre, sexo y edad.

### 3. Uso de la aplicación

Para iniciar con el uso de la aplicación se debe seleccionar la habilidad cognitiva que se desea practicar entre las cuales se consideran: percepción, atención y memoria, ver imagen Figura 4.



Figura 4 Pantalla de selección de la actividad de acuerdo con la habilidad cognitiva a practicar.

Cuando se desee realizar la actividad de percepción, la cual se integra de 3 niveles de complejidad, dependiendo del número de elementos que se muestran de cada lado, la complejidad Baja muestra un número de cada lado, la media visualiza seis, la alta 3 letras y 3 números, ver Figura 5.



Figura 5 “Actividad 3” habilidad de percepción.

Si la actividad a realizar, es por la habilidad de la atención, se mostrarán 3 tarjetas con diferente número de elementos, indicando con letra y audio el número que debe contener la tarjeta a seleccionar, ver imagen Figura 6a, si la actividad de memoria permite mediante la observación o la técnica de conteo poder seleccionar la tarjeta que contenga el mayor o menor cantidad de elementos, de acuerdo con el audio y al texto presentado, como se muestra en la imagen Figura 6b.

Una vez que se ha terminado la actividad se mostrará una pantalla indicando: el número de preguntas realizadas, los aciertos, los errores, el tiempo, porcentaje de éxito y la clasificación obtenida de acuerdo a la SEP, vease la siguiente imagen Figura 6c.

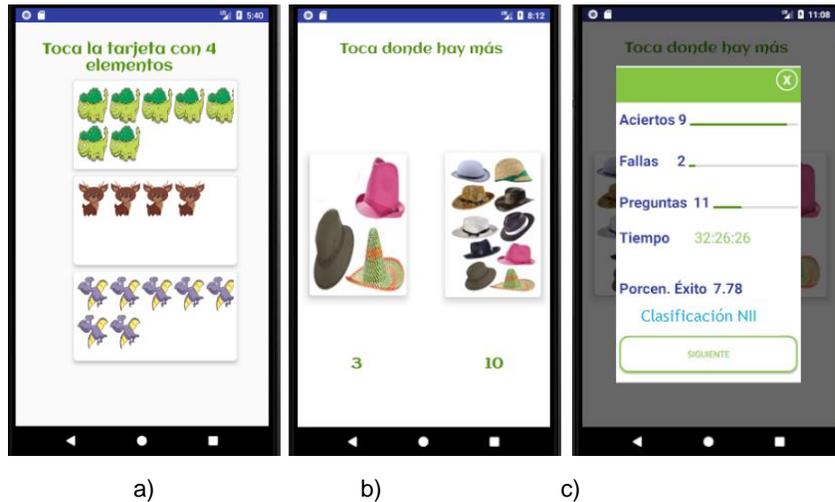


Figura 6 a) “Actividad 2” habilidad atención, b) “Actividad 1” habilidad de memoria y c) Resultados al realizar la actividad.

# Referencias

- Aboalela, R., & Khan, J. (2016). Model of Learning Assessment to Measure Student Learning: Inferring of Concept State of Cognitive Skill Level in Concept Space. *IEEE Xplore Digital Library*. Recuperado el Septiembre de 2018, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8057465>
- Alvarez, M. (28 de enero de 2016). *Desarrollo Web*. Recuperado el 2018, de <https://desarrolloweb.com/articulos/introduccion-firebase-backend-nube.html>
- Amador, J., Forns, M., & Kirchner, T. (1995). Recuperado el 1 de Septiembre de 2017, de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/345/1/144.pdf>
- Amaya, Y. (Julio de 2015). Guía metodológica ágil, para el desarrollo de aplicaciones móviles "AEGIS-MD". *Revista de investigaciones UNAD*, 14(1). Recuperado el 15 de Junio de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/318353356\\_Guia\\_metodologica\\_agil\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_aplicaciones\\_moviles\\_AEGIS-MD](https://www.researchgate.net/publication/318353356_Guia_metodologica_agil_para_el_desarrollo_de_aplicaciones_moviles_AEGIS-MD)
- Ángel, J., & Bautista, G. (s.f.). *Didácticas de las matemáticas en enseñanza superior: La utilización de software especializado*. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de *Didácticas de las matemáticas en enseñanza superior: La utilización de software especializado*
- Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo. (S.F.). *ACUMAR. Dirección general de salud ambiental*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.acumar.gov.ar/content/documents/0/3690.pdf>
- Basogain, X. (2008). *OpenCourseWare*. Recuperado el 2017, de [https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/9047/mod\\_resource/content/1/redes\\_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf](https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/9047/mod_resource/content/1/redes_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf)
- Basterra, Berteá, Borello, Castillo, & Venturi. (2012). *Androidos*. Recuperado el 2018, de <https://androidos.readthedocs.io/en/latest/data/caracteristicas/>
- Bautista, J. (2018). *Ingeniería de Software*. (U. Boliviana, Ed.) Recuperado el 2018, de [http://ingenieriadesoftware.mex.tl/52753\\_xp---extreme-programing.html](http://ingenieriadesoftware.mex.tl/52753_xp---extreme-programing.html)
- Bickfield. (29 de Octubre de 2015). *Psicología: Atención y memoria en el aprendizaje*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de <http://www.brickfieldidiomas.com/psicologia-atencion-y-memoria-en-el-aprendizaje/>
- Blanco, Y. (2017). *Metodologías de Desarrollo de Software*. Seminario de Ingeniería de Software, Universidad de Ciencias Informáticas Facultad 3. Obtenido de <https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=researcher&query=desarrollo%20de%20m%20oviles%20con%20programacion%20xp>

- Bravo-Bown, J., Chung, C., Garcia, F., Nikolic, L., & Pizarro, C. (2016). Determinación de Habilidades Cognitivas en Distintas Asignaturas Clínicas del Departamento de Odontología, Universidad de Antofagasta, Chile. *Odontostomat*, 10(2), 309-3013. Recuperado el Octubre de 2018
- Capilla, R. (Julio - Diciembre de 2016). Habilidades cognitivas y aprendizaje significativo de la adición y sustracción de fracciones comunes. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(2), 49 - 62. Recuperado el Septiembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/4436/443649571004.pdf>
- Coello, L., Fuentes, L., Pérez, O., & Caballero, Y. (2015). Redes neuronales artificiales en la producción de tecnología. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(1), 12-20. Recuperado el Octubre de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/283847824\\_Rednes\\_neuronales\\_artificiales\\_en\\_la\\_produc\\_cion\\_de\\_tecnologia](https://www.researchgate.net/publication/283847824_Rednes_neuronales_artificiales_en_la_produc_cion_de_tecnologia)
- Cognifit*. (2017 ). Recuperado el 8 de Septiembre de 2017, de Memoria: <https://www.cognifit.com/es/memoria>
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B., & Valls, E. (1992). *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y concepto, Los contenidos de la reforma: Enseñanza y aprendizaje de conceptos procedimientos y actitudes*. Madrid - España: Editorial Santillana.
- Concepto.de*. (2015). Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de Concepto de memoria: <http://concepto.de/memoria/#ixzz4s0UOrUAh>
- Corredor de Porras, M. (s.f.). Instrumentos cognitivos en el pensamiento matemático. *Praxis & Saber*, 2(4), 103-126.
- Cruz, A., Gopar, L., López, I., & Moya, E. (S.F.). *UTM*. Recuperado el 2018, de <http://www.utm.mx/~caff/poo/AndroidIntro.pdf>
- Delgado, E. (2008). Metodologías de desarrollo de software. ¿Cuál es el camino? *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2(3). Recuperado el 28 de Abril de 2018, de Metodologías de desarrollo de software. ¿Cuál es el camino?: <http://www.redalyc.org/html/1939/193915935003/>
- Diario Oficial de la Federación. (13 de Diciembre de 2013). *Programa sectorial de educación 2013-2018*. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5326568&fecha=13/12/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326568&fecha=13/12/2013)
- Diario Oficial de la Federación. (12 de 05 de 2018). *Normas generales para la evaluación de los aprendizajes esperados, acreditación, regularización, promoción y certificación de los educandos de la educación básica*. Recuperado el 10 de 08 de 2018, de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5525414](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5525414)
- Dreamtime*. (2005). Obtenido de El gato con la muestra icorrecta: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-personaje-de-dibujos-animados-del-gato-con-la-muestra-incorrecta-image69111329>
- eduFichas* . (10 de Agosto de 2016). Recuperado el 8 de Septiembre de 2017, de Que número es: <http://www.edufichas.com/actividades/matematicas/numeros/elegir-el-numero/que-numero-es/>

- Enciso, L., Guarnizo, J., Torres, E., & Quezada-Sarmiento, A. (2018). Smart Office: Development of a Mobile Application for Android with Firebase Services Oriented to GroupMe Messaging. *Systems and Technologies*, 454-461. doi: 10.5220/0007235204540461
- Eñaños, E. (2013). *Psicología de la atención y percepción*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de <https://psb012.files.wordpress.com/2013/05/upla-atencic3b3n.pdf>
- Eroski Consumer*. (8 de Septiembre de 2009). Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de Ejercicios para mejorar la falta de atención: <http://www.consumer.es/web/es/educacion/extraescolar/2009/09/08/187826.php>
- Ferreira, G., Gálvez, D., Quintero, L., & Antón, J. (Oct-Dic de 2014). Estimación del esfuerzo en proyectos de software utilizando técnicas de inteligencia artificial. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 8(4). Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992014000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992014000400001)
- Flores, H. (2013). *M. en C. Hugo Flores Gutiérrez*. Obtenido de <http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%201/1.3.html>
- Forner, A. (1983). *Valoración diagnóstica de la batería Piaget-Head*. Recuperado el 3 de Octubre de 2017, de Infancia y aprendizaje: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/668604.pdf>
- Galán, E. (2006). *Biblioteca Virtual Universal*. Recuperado el Octubre de 2018, de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/151027.pdf>
- GallerySite*. (11 de Marzo de 2011). Recuperado el 5 de Octubre de 2017, de [http://gallery.site.hu/u/Camilla5/an/szuper/x\\_\\_2\\_.gif.html](http://gallery.site.hu/u/Camilla5/an/szuper/x__2_.gif.html)
- García, J. (21 de Junio de 2018). *Andro4all*. Obtenido de <https://andro4all.com/2018/07/cuantos-moviles-vendidos-en-2017>
- García, O. (2015). Recuperado el 2017, de FEM: [http://scielo.isciii.es/pdf/fem/v18s1/09\\_comunicacion-ganadora.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/fem/v18s1/09_comunicacion-ganadora.pdf)
- Gifs Amimados*. (5 de Octubre de 2017). Obtenido de <https://gifsanimados.de/aplausos>
- GOB. (21 de Julio de 2016). *gob.mx*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://www.gob.mx/7prioridadessep/articulos/4-modelo-educativo-y-propuesta-curricular>
- Halima, E., Ben, S., & Mohammed, A. (2016). *IEEE*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/document/6633648/>
- Hernández, O., López, J., & Quintero, A. (Mayo de 2015). *(CIAEM) Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2017, de Desarrollo del sentido numérico para la construcción del concepto de número real: [http://www.academia.edu/10215288/Sentido\\_numerico\\_completa](http://www.academia.edu/10215288/Sentido_numerico_completa)

- Herrera, F. (s.f.). *Habilidades cognitivas*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de <http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Coaching/%5bPD%5d%20Documentos%20-%20Habilidades%20cognitivas.pdf>
- Herrera, J., López, A., Salinas, J., & Ventura, R. (2017). A practical approach to the agile development of mobile Apps in the classroom. *Innovació Educativa*, 17(73). Recuperado el 14 de Junio de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-26732017000100097&lang=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100097&lang=pt)
- INEE-CONACYT. (15 de Junio de 2016). *CONACYT*. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de <http://conacyt.gob.mx/index.php/convocatorias-conacyt/convocatorias-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatorias-conacyt-inee/convocatorias-cerradas-conacyt-inee/12259-terminos-de-referencia-conacyt-inee-2016-1/file>.
- Karal, H., Nabíyev, V., Erümít, A., Arslan, S., & Çebí, A. (9 de Julio de 2014). Students' Opinions On Artificial Intelligence Based Distance Education System (Artimat). *ScienceDirect*, 136, 549-553. Recuperado el 2017, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814038555>
- Keerthi, S., Shevade, Bhattacharyya, C., & Murthy, K. (2001). *Improvements to Platt's SMO Algorithm for SVM Classifier Design*. *Neural Computation*.
- Kuz, A., Falco, M., Giandini, R., Nahuel, L., & Q:, .. R. (Julio-Diciembre de 2015). Integrando Redes Sociales y Técnicas de Inteligencia Artificial en Entornos Educativos. 10(19). doi:<http://dx.doi.org/10.18566/revistaq.v10n19.a04>
- Letelier, P., & Penadés, M. (Junio de 2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica Administrativa*, 5(26). Recuperado el Octubre de 2018, de <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>
- Machicado, G. (2009). Ventajas de las Redes Neuronales. *Revista de Información Tecnología y Sociedad*. Recuperado el Octubre de 2018, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442009000100011&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442009000100011&script=sci_arttext)
- Medición de la psicología. (2012). Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de <http://psicologiamx.blogspot.mx/2012/04/medicion-de-la-memoria.html>
- Meléndez, S., Gaitan, M., & Pérez, N. (28 de Enero de 2016). *Repositorio UAM*. Recuperado el Octubre de 2018, de <http://repositorio.unan.edu.ni/1365/1/62161.pdf>
- Menta más chocolate*. (11 de Agosto de 2013). Recuperado el 27 de Septiembre de 2017, de [http://3.bp.blogspot.com/-DfL18NAh\\_Ms/UDyX1vHnA3I/AAAAAAAAADiM/qFyB8UvpDrY/s1600/Dias+de+la+semana+\(3\).JPG](http://3.bp.blogspot.com/-DfL18NAh_Ms/UDyX1vHnA3I/AAAAAAAAADiM/qFyB8UvpDrY/s1600/Dias+de+la+semana+(3).JPG)
- Merecí, M. (Julio de 2017). *Desarrollo de una palicación web para la gestión de productos y servicios técnicos*. Recuperado el 28 de abril de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14479/1/UPS%20-%20ST003161.pdf>
- Miller. (1985). *Psicología cognitiva y procesamiento de la información*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de [http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap\\_06\\_proc\\_info.pdf](http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_06_proc_info.pdf)

- Montiel, L., & Riveros, V. (2014). *Omnia*. Recuperado el 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73731653002>
- Moya, F., Herrero, V., & Guerrero, V. (1998). La aplicación de redes neuronales RNA a la aplicación de la información. *CORE(2)*, 147-164. Recuperado el Octubre de 2018, de <https://core.ac.uk/download/pdf/38981351.pdf>
- Mujica, Y. (2011). *El desarrollo de la percepción en niños*. Obtenido de <http://lasinfralgicas.blogspot.mx/p/el-desarrollo-de-la-percepcion-en-ninos.html>
- Nacelle, A. (9 de Junio de 2009). *Núcleo de ingeniería biomédica*. Recuperado el 2017, de Facultades de medicina e ingeniería: <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009/Nacell-Redes%20NeuronalesImplementacion.pdf>
- Ordica. (24 de Enero de 2014). *Florencia Ordica*. Recuperado el 29 de junio de 2017, de <https://floreniaordica.wordpress.com/2014/01/24/nuevas-tecnologias-enfocadas-en-la-educacion/>
- Orientación Andújar*. (6 de agosto de 2017). Recuperado el Octubre de 2017, de Puzzle divertidos del 1 al 10: <http://www.orientacionandujar.es/2017/08/06/puzzle-divertido-aprender-los-numeros-del-1-al-10/>
- Palacios, F. (2003). *Redes Neuronales con GNU/Linux*. Recuperado el 8 de Enero de 2019, de [https://www.ibiblio.org/pub/linux/docs/LuCaS/Presentaciones/200304curso-glisa/redes\\_neuronales/curso-glisa-redes\\_neuronales-html/x105.html](https://www.ibiblio.org/pub/linux/docs/LuCaS/Presentaciones/200304curso-glisa/redes_neuronales/curso-glisa-redes_neuronales-html/x105.html)
- Petru, p. (2008). *WireframeSketcher*. Recuperado el 2018, de <https://wireframesketcher.com/>
- Pi Fuster, A. (2018). *Re-Unir Repositorio Digital*. Recuperado el 8 de Octubre de 2018, de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6100/PI>
- Piedra, N. (24 de Agosto de 2007). *Advanced Tech Computing Group UTPL*. Obtenido de <https://advancedtech.wordpress.com/2007/08/24/redes-neuronales-artificiales-2/>
- Pinterest*. (7 de Abril de 2015). Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de <https://www.pinterest.es/pin/102738435228671170/>
- Pinterest g.* (s.f.). Recuperado el 4 de Octubre de 2017, de Actividades para niños de preescolar: <https://www.pinterest.com.mx/pin/673991900453507579/>
- Poza, P. (2016). *EDUCREA*. Recuperado el Octubre de 2018, de <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2016/07/DOC1-DESARROLLAR-CAPACIDADES-COGNITIVAS.pdf>
- Prettel, O., & Obispo, G. (2010). *Psicología de la percepción o de la forma*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de <https://prettel.files.wordpress.com/2010/11/05-psicologc3ada-de-la-percepcic3b3n.pdf>
- Programa Casa Seguro*. (2005). Recuperado el 2017, de pado entre deducciones.

- Psicología. (2017). *Psicología*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de Medicion de la memoria: <http://psicologiamx.blogspot.mx/2012/04/medicion-de-la-memoria.html>
- Ramos, A., Herrera, J., & Ramírez, M. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar*, XVII(34), 201-209. doi:<http://www.redalyc.org/pdf/158/15812481023.pdf>
- Rayo, L. (2011). *Las Habilidades cognitivas y su evaluación*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2017, de [http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/autoformacion/pluginfile.php/2274/mod\\_forum/intro/\(7\)%20CONFERENCIA%20GRANADA-Las%20Habilidades%20Cognitivas%20y%20su%20Evaluacio%CC%81n.pdf](http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/autoformacion/pluginfile.php/2274/mod_forum/intro/(7)%20CONFERENCIA%20GRANADA-Las%20Habilidades%20Cognitivas%20y%20su%20Evaluacio%CC%81n.pdf)
- Rodríguez, M. (2011). *Diferencias en flexibilidad cognitiva medidas mediante el paradigma de cambio de tarea en sinestecia y esclerosis múltiple*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2017, de [http://www.ugr.es/~setchift/docs/pruebas\\_evaluar\\_atencion.pdf](http://www.ugr.es/~setchift/docs/pruebas_evaluar_atencion.pdf)
- Ruiz, M. (2017). *Web del Maestro*. Recuperado el 6 de Octubre de 2017, de Esquema corporal: <http://webdelmaestro.com/esquema-corporal/>
- Salinas, M., Santiago, J., Pesqueira, N., & Barrientos, S. (Noviembre de 2014). *OEI. Escalas de medición de habilidades cognitivas, sociales y tecnológicas (EMHCoST) para niños de 9 a 12 años*. Obtenido de <http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/405.pdf>
- Sánchez, A. (2015). *Educapeques*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2017, de Juegos para estimular la atención de los niños: <https://www.educapeques.com/escuela-de-padres/juegos-actividades-estimular-la-atencion.html>
- Sanchez, A. (2017). *Educapeques*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2017, de Portal de educación infantil y primaria: <https://www.educapeques.com/estimulapeques/memoria-estimulapeques/fichas-para-estimular-la-memoria.html>
- Scrib - Test de Toulouse Pieron*. (2017). Recuperado el 28 de Septiembre de 2017, de Atención y Concentración (Test de Toulouse): <https://www.scribd.com/doc/104579655/Test-de-Toulouse-Pieron>
- Segura, M., & Chacón, I. (1996). *Competitividad en la educación superior*. . Umbral 11.
- SEP. (2012). *Programa de Estudio 2011 Guía para la Educadora. Educación Básica Preescolar*. México: SEP.
- SEP. (2018). *Modelo Educativo 2018*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114501/Modelo\\_Educativo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114501/Modelo_Educativo_2016.pdf)
- SEP. (2018). *Propuesta Curricular para la Educación Obligatoria 2018*. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/docs/Propuesta-Curricular-baja.pdf>
- SEP-CONACYT. (2014). *CONACYT*. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/sni/convocatorias-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sep-conacyt/convocatorias-seb-sep-conacyt/convocatorias-cerradas-seb-sep-conacyt/convocatoria-2013-2014-1/etapa-2014>

- Siberski, J., Shatil, E., Siberski, C., Eckroth-Bucher, M., French, A., Horton, S., . . . Rouse, P. (2017). Computer-Based Cognitive Training for Individuals With Intellectual and Developmental. *Disabilities: Pilot Study - The American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias* 2014. doi:10.1177/1533317514539376
- Siqueira, R., Ferreira, R., Esperidião-Antonio, V., Roger, R., Gomes, A., Oliveira, A., . . . Ribeiro, F. (2014). Artificial neural networks and medical education. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 38(4). Recuperado el 2017, de <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022014000400017>
- Sossa, H., & Guevara, E. (2013). *ELSIVIER*. Recuperado el Noviembre de 2018, de [www.elsevier.com/locate/neucom](http://www.elsevier.com/locate/neucom)
- Torres, L. (2009). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el Octubre de 2018, de <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/RedNeu/RNA001c.pdf>
- Valerio, G., Jaramillo, J., Caraza, R., & Rodríguez, R. (2016). Principios de Neurociencia aplicados en la Educación Universitaria. *Formación Universitaria*, 9(4), 75-81. Recuperado el Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373546601009>
- Vargas, L. (2004). *Sobre el concepto de la percepción*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>
- Vasquez, D. (13 de Octubre de 2014). *SlideShare*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2017, de Aprendizaje de números del 1 - 10: <https://es.slideshare.net/dianavasquez7798/aprendizaje-de-nmeros-1-10-40230231>
- Velasco, E. (2012). *UVa Biblioteca Universitaria*. Recuperado el Octubre de 2018, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1491/1/TFG-B.114.pdf>
- Vicenzo, J. (2017). *Implementación de una aplicación móvil, basada en XP, para mejorar el proceso de una consulta de saldo de las tarjetas del metro de Lima*. TESIS. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de <http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/123456789/391/1/LOZANO%20ANGULO%20JHAIR%20VINCENZO.pdf>
- Wells, D. (2009). *Extreme Programming*. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de <http://www.extremeprogramming.org/map/project.html>
- Yampufé, C. (10 de Enero de 2013). *Slideshare*. Recuperado el Julio de 2017, de <https://es.slideshare.net/cayare/procesos-cognitivos-del-aprendizaje-15941136>
- Zadina, J. (2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*, 21(2), 71-77. Recuperado el Agosto de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135755X15000214>