

## FUNCIONES EJECUTIVAS EN POBLACIÓN EUSKALDUN INFANTIL: DISEÑO DE UNA APP

Esperanza Bausela Herreras

UNED Tudela

esperanza.bausela@unavarra.es

Recepción: 5 de febrero de 2021; Aceptación: 8 de febrero de 2021.

Citación APA: Bausela Herreras, Esperanza (2021). «Funciones ejecutivas en población euskaldun infantil: diseño de una App». *Revista de Humanidades Cuadernos del Marqués de San Adrián*, n.º 13, UNED Tudela, pp. 41-66.

### Resumen:

*Introducción.* El tema del funcionamiento ejecutivo es un campo de investigación con gran interés desde el punto de vista teórico y desde el punto de vista de la práctica profesional clínica y/o educativa, incrementándose éste en los últimos diez años. Es un constructo considerado crucial ya que permite adquirir con éxito y de forma eficaz habilidades académicas básicas, jugando un rol esencial en el desarrollo de la socialización y actividades de la vida diaria. Es clara la asociación entre el rendimiento académico y las funciones ejecutivas, de ahí, la importancia de incidir en estas variables desde las primeras etapas del desarrollo

*Objetivos.* Diseñar y desarrollar una aplicación móvil (app) dirigida a padres y maestros que contribuya al desarrollo de las funciones ejecutivas en población infantil

*Procedimiento.* Se ha estructurado en cuatro fases: (i) Revisión teórica del marco conceptual; (ii) Diseño de actividades; (iii) Diseño, desarrollo y evaluación de la app (Definición y requisitos; Experiencia del usuario y aplicación de diseño de flujo de trabajo; Diseño gráfico y desarrollo); (iv) Conclusiones y difusión de la app.

*Resultados y conclusiones.* Presentamos el diseño, desarrollo de una app que puede ser utilizada tanto padres como profesores de forma fácil e intuitiva.

**Palabras claves:** Aplicación móvil; Funciones Ejecutivas; Flexibilidad; Inhibición; Maestros; Memoria de trabajo; Padres.

**Abstract:**

*Introduction.* Executive functioning is a field of investigation that is of great interest from a theoretical point of view and also with regard to clinical and/or educational professional practice, with this latter area gaining increasing interest over the last ten years. This construct is considered to be crucial, given that it makes it possible to successfully and effectively acquire basic academic skills, playing an essential role in the development of socialisation and activities of daily living. There is a clear association between academic performance and executive functions, for this reason it is important to act on these variables right from the early stages of development.

*Objectives.* To design and develop a mobile application (app) that will contribute to the development of executive functions in the child population, directed at parents and teachers.

*Procedure.* This has been structured into four phases: (i) Theoretical review of the conceptual framework; (ii) Design of activities; (iii) Design, development and assessment of the app (Definition and requirements; user's experience and application of workflow design; Graphic design and development); (iv) Conclusions and dissemination of the app.

*Results and conclusions.* We are presenting the design and development of a user-friendly app that can be intuitively used by parents and teachers alike.

**Keywords:** Mobile app; Executive functions; Flexibility; Inhibition; Teachers; Work memory; Parents.

## I. Funciones Ejecutivas

### *Justificación*

Utilizamos las funciones ejecutivas de forma coordinada para desenvolvernos en nuestro entorno y conseguir nuestros objetivos. Son fundamentales, por ejemplo, cuando planificamos el día al levantarnos por la mañana, pensando qué tenemos que hacer, en qué orden, cuánto tiempo nos costará hacer cada una de las cosas e ir de un sitio a otro, e incluso si tenemos que modificar el plan sobre la marcha en caso de que haya algún imprevisto o necesitemos realizar alguna nueva tarea con la que no contábamos.

Hay evidencias crecientes que consideran las funciones ejecutivas fundamentales y predictores del desarrollo habilidades académicas (Best, Miller, & Jones, 2009; Blair, & Razza, 2007; Cantin, Gnaedinger, Gallaway, Hesson-McInnis, & Hund, 2016; Carriedo, Corral et al., 2016; Cleary, & Chen, 2009; Cragg, & Gilmore, 2014; Segers, Damhuis, de Sande, & Verhoeven, 2016; Nguyen, & Duncan, 2019). Esta capacidad predictiva justi-

fica la importancia de desarrollar las funciones ejecutivas en los primeros momentos del desarrollo.

De acuerdo con Muñoz y Tirapu (2004), las personas con deterioro en las funciones ejecutivas presentan dificultades para enfrentarse a situaciones novedosas e imprevistas. Uno de los primeros programas dirigidos al desarrollado de las funciones ejecutivas es el propuesto por Sohlberg, Mateer y Staus (1993), quienes plantean un modelo de tratamiento para los pacientes con déficit ejecutivo centrado en tres áreas (i) Selección y ejecución de planes cognitivos (planificación); (ii) Manejo apropiado del tiempo (organización) y (iii) Autorregulación conductual (control de impulsos y perseveración).

En una dirección muy semejante Burgess y Robertson (2002) plantea una serie de situaciones para mejorar la capacidad de resolución de problemas, utilizando el acrónimo IDEAL (Identificar, Definir, Elegir, Aplicar y logro). Su aplicación toma en cuenta los siguientes aspectos: (i) La intervención se realiza sobre las variables cognitivas relacionadas con un buen funcionamiento ejecutivo (memoria de trabajo, atención dividida, habilidades pragmáticas, motivación). (ii) Se utilizan técnicas de modificación de la conducta para incidir sobre comportamientos relacionados con el síndrome prefrontal (especialmente distracción, impulsividad, desinhibición y perseveración). (iii) Se emplean técnicas de refuerzo diferencial. (iv) Las variables de situación deben tenerse en cuenta en un buen programa rehabilitador. (v) Los programas de rehabilitación deben ser ecológicos y ser desarrollados por un equipo especializado e interdisciplinario.

### ***Marco teórico conceptual***

Las funciones ejecutivas son la base de la habilidad para establecer un objetivo y trabajar hacia ese objetivo, coordinando pensamiento y acción (Hendry, Jones, & Charman, 2016) - son, por consiguiente, fundamentales para diversos aspectos de la vida diaria (salud mental y física, éxito académico y en la vida, desarrollo cognitivo, social y psicológico) (Diamond, 2013). Implican procesos que involucran intencionalidad en el control de otros procesos cognitivos, control de impulsos, atención, pensamiento y comportamiento (Miyake et al., 2000; Zelazo & Carlson, 2012).

Incluyen dimensiones diversas tales como, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio o memoria de trabajo (McCloskey, Perkins, & Van Divner, 2009; Zelazo, Carlson, & Kesek, 2008) que son elementales para el funcionamiento del ser humano en sociedad.

Pueden ser analizadas de forma unidimensional o multidimensional (Raver, 2013; Schoemaker, Bunte, Espy, Dekovi, & Matthys, 2014) como se refleja en los distintos modelos revisados por Tirapu, García, Luna, Verdejo, & Ríos (2012) quienes diferencian entre: (i) Modelos de construc-

to unitario, que son los que proponen un constructo cognitivo unitario (“memoria de trabajo”, “inteligencia fluida” o “factor g” para explicar los lóbulos frontales). (ii) Modelos de secuenciación temporal: teoría representacional (acontecimiento complejo estructurado), corteza prefrontal y organización temporal de la conducta. (iii) Modelos de supervisión atencional orientada a objetivos: modelo de control de la acción (el sistema atencional supervisor), teoría integradora de la corteza prefrontal, modelo de control atencional, teoría del filtro dinámico. (iv) Modelos jerárquicos – funcionales de la corteza prefrontal. (v) Modelos basados en análisis factorial, siendo el modelo desarrollado por Miyake et al. (2000) el que ha tenido un mayor impacto. En este modelo se consideran tres factores nucleares e independientes: (a) Memoria de trabajo, en concreto, la dimensión de actualización, definida como la habilidad para mantenerme la información en la memoria mientras se realizan operaciones mentales con dicha información. (b) Control inhibitorio, habilidad para suprimir respuestas automatizadas o predominantes. (c) Flexibilidad, habilidad para cambiar de tarea de forma flexible.

En relación al desarrollo de las funciones ejecutivas, Miyake et al. (2000) sugieren que el grado de unidad o diversidad de las funciones ejecutivas varía con la edad, siendo considerable el cuerpo de conocimiento existente en relación al desarrollo del funcionamiento ejecutivo desde la infancia a la adolescencia (ver revisión de Zelazo & Müller, 2002). En los primeros momentos del ciclo vital los tres componentes propuestos por Miyake et al. (2000) - mencionados previamente - parecen estar estrechamente entrelazadas (Brydges, Fox, Reid, & Anderson, 2014), siendo difícil su evaluación de forma aislada (Miyake, & Friedman, 2012), ampliando y diversificándose el número de dimensiones según avanza el ciclo vital.

Intervenciones en entornos de Educación Infantil (Pre - Garden) y Head Start han demostrado su eficacia para mejorar el desarrollo de las funciones ejecutivas (Bierman, Nix, Greenberg, Blair, & Domitrovich, 2008; Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007; Raver et al., 2011; Weiland, & Yoshikawa, 2013).

Al intentar desarrollar un plan de intervención para un niño con dificultades de función ejecutiva, Dawson, & Guare (2010) proponen una guía general: (i) Proporcionar al niño un “entorno de función ejecutiva” lo más rico posible. (ii) Ser consciente de que las dificultades de la función ejecutiva son el resultado del desuso no consciente de las capacidades ejecutivas existentes que pueden activarse a través de los esfuerzos de intervención. (iii) Concentrarse en hacer que el niño tome conciencia de las capacidades ejecutivas necesarias para lograr los objetivos de comportamiento deseados y en enseñarle cómo y cuándo activar el uso de las capacidades ejecutivas necesarias, con el objetivo final de facilitar la

internalización de las rutinas de autorregulación necesarias para un funcionamiento eficaz. (iv) Desarrollar y aplicar, según sea necesario, intervenciones que involucren control externo. (v) Supervisar de cerca el uso de estas intervenciones para determinar cuándo comenzar la retirada gradual o completa del control externo para que el control interno se pueda activar y demostrar. (vi) Mantener y modelar actitudes de esperanza, perseverancia y paciencia con los esfuerzos de intervención. (vii) Mantener y fomentar en los demás, las expectativas razonables para el cambio de comportamiento y las consecuencias razonables y razonables para el comportamiento inaceptable.

Dawson, & Guare (2010) proponen centrarse, concretamente, en las siguientes dimensiones: Inhibición de respuestas automáticas, memoria de trabajo, control emocional, atención sostenida, iniciación a la tarea, planificación, priorización y organización, manejo del tiempo, persistencia en la dirección hacia un objetivo, flexibilidad y metacognición.

### **Antecedentes**

Existen apps que trabajan las dimensiones de las Funciones Ejecutivas de forma aislada (Memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, inhibición, planificación, secuenciación, auto monitorización, autorregulación, anticipación, atención...) y descontextualizada del contexto educativo sin aportar evidencias empíricas de su eficacia: 100 Buttons, Puralax, Slices, Flow free, Botones y Tijeras, Achtung Deep, Rush Traffic, Mekorama.

Nuestro antecedente más inmediato es el proyecto titulado "Funciones ejecutivas en población euskalduna infantil" que fue financiado en la convocatoria 2018-2019. En este proyecto de investigación se desarrolló un prototipo app para poder ser aplicado por maestros y alumnos.

i) Prototipo app para maestros:

<https://xd.adobe.com/view/06d12b41-91c4-493d-5b10-9772b40abdb5-70e0/?fullscreen>

ii) Prototipo app para alumnos:

<https://xd.adobe.com/view/9532c0c7-9842-41c8-5419-109607626903-e303/?fullscreen>

Las dimensiones ejecutivas diseñadas fueron: flexibilidad, regulación emocional, seriación, memoria de trabajo, iniciativa, categorización, atención, planificación y razonamiento emocional.

Los resultados de este proyecto financiado (prototipo app para el desarrollo de las Funciones Ejecutivas) fue difundido en diversos medios de comunicación: IdiSNa, Infosalud, Psiquiatría.com, Noticias Castilla-León,

El Norte de Castilla, Tribuna de Valladolid, El Día de Valladolid, Diario de Valladolid, Tribuna de Valladolid, Diario de León, El Diario.es, Navarra.com, La Vanguardia, 20 minutos, Cadena COPE, Periódico Escuela).

## II. Objetivos

El objetivo general de este proyecto es el desarrollo de una aplicación (app) para trabajar y mejorar las Funciones Ejecutivas en población infantil.

Este objetivo puede ser operacionalizado en otros objetivos más concretos al mismo tiempo que más operativos:

- Ø Desarrollar una aplicación móvil que pueda ser utilizada en distintos dispositivos por parte de estudiantes, padres y maestros con el fin de estimular y/o desarrollar las funciones ejecutivas.
- Ø Realizar actividades con diferentes niveles de dificultad para mejorar el rendimiento académico: lectura, matemáticas y escritura.
- Ø Crear uno o varios perfiles en un mismo dispositivo en función del agente de intervención (propio niño, padre o maestro).
- Ø Añadir, crear o modificar la base de datos de las actividades de diferente nivel de dificultad en función de las necesidades de los estudiantes.

Con esta app se pretende mejorar las funciones ejecutivas de los niños. Se espera que contribuya e incida de forma positiva al desarrollo de las habilidades instrumentales, facilitando, por consiguiente, el acceso al currículo.

El objetivo final de cualquier intervención diseñada para abordar las dificultades de la función ejecutiva debe ser aumentar la capacidad de autorregulación del niño (cognitiva, comportamental y afectiva).

## III. Método

### **Fase 1: Definición y requisitos**

#### *Población a la que se aplica el programa*

La app que se propone desarrollar en este trabajo va dirigida a niños/as de Educación Infantil con desarrollo neurotípico y niños con trastornos del neurodesarrollo.

Cuando las funciones ejecutivas sufren una alteración en el desarrollo aparecen algunos de los siguientes síntomas: (i) Dificultad para generar

conductas con una finalidad; (ii) Dificultad para resolver problemas de forma planificada y estratégica; (iii) Incapacidad para prestar atención a distintos aspectos de un problema al mismo tiempo; (iv) Dificultad para direccionar la atención de forma flexible; (v) Problemas para inhibir tendencias espontáneas que conducen a errores; (vi) Deficiente retención en la memoria de trabajo de información necesaria para una acción; (vii) Dificultad para captar lo esencial de una situación compleja; (viii) Nula resistencia a la distracción e interferencia; (ix) Poca capacidad para mantener la conducta durante un periodo relativamente largo (motivación); (x) Falta de habilidad para manejar el tiempo.

Toda esta sintomatología forma parte significativa de los trastornos del neurodesarrollo como, por ejemplo: (i) Trastorno del Espectro Autista: Explica su rigidez mental, la dificultad para afrontar situaciones nuevas, la limitación de intereses, el carácter obsesivo, su deficiente atención y su dificultad para ponerse en el lugar del otro. (ii) Trastorno por déficit de Atención e Hiperactividad: Presentan prácticamente todos los síntomas anteriores. Su entrenamiento en Funciones Ejecutivas supone siempre una mejora sintomática. (iii) Trastornos de la conducta: Les cuesta descifrar las intenciones de las otras personas, unido a la dificultad para resolver un problema e inhibir tendencias espontáneas les conduce a malinterpretar, discutir y no detener rabietas. En la mayoría de los casos el diagnosticado con trastorno de conducta busca afecto y admiración, pero no saben cómo conseguirlo. (iv) Trastorno específico del aprendizaje: Las alteraciones de las Funciones Ejecutivas están afectadas en grado variable y diverso en la adquisición, desarrollo y consolidación de la lectura, las matemáticas y la expresión escrita. Las Funciones Ejecutivas están estrechamente relacionadas con el aprendizaje y, por consiguiente, los déficits en las mismas se asocian con diferentes trastornos específicos del aprendizaje (Korzeniowski, 2011).

La finalidad de la app es que pueda empezar a utilizar desde el inicio de la etapa de Educación Infantil por parte de los padres, maestro que interactúa con el niño con un desarrollo típico o que presente dificultades en alguna de las dimensiones que configuran este constructo derivadas de algún trastorno del neurodesarrollo.

### ***Estrategias metodológicas***

Metodologías activas y participativas con el objetivo de que el estudiante se encuentre en entorno lo más normalizado posible. Además de ofrecer al estudiante estímulos continuos que le ayuden a desarrollar todas sus funciones y capacidades.

Una vez que el estudiante ha comprendido aquello que ha de hacer, los maestros y/o padres están a su lado por si necesita ayuda, consideran-

do la zona de desarrollo próximo del estudiante y el concepto de ayuda (andamiaje) desde el enfoque vygotskiano.

Se debe partir de la experiencia previa del estudiante y tener en cuenta sus características y su estilo de aprendizaje así, por ejemplo, desarrollar las actividades que exigen mayor esfuerzo cognitivo al inicio e ir intercalándolas con otras de menor dificultad.

La secuencia metodológica a desarrollar en las distintas actividades se puede sintetizar en la siguiente secuencia: (i) evaluación, (ii) toma de conciencia de los procesos de pensamiento, (iii) aplicación de las autoinstrucciones en tareas estructuradas, (iv) generalización a otras tareas y (v) generalización a otros contextos y personas.

### ***Sistema operativo elegido***

Se propone el sistema operativo Android ya que en España (país de desarrollo de la aplicación) es la plataforma con más números de usuario del mercado.

### ***Niveles de competencia***

Se propone el desarrollo de actividades con tres niveles de dificultad: básico, independiente y competente. Para pasar a un nivel superior se RECOMIENDA completar todos los ejercicios.

### ***Compatibilidad***

Dispositivo móvil.

### ***Versiones***

Se han desarrollado dos versiones:: una versión piloto (no publicada en abierto) y la versión publicada de libre acceso a 4 países (España, México, Chile y Argentina).

### ***Actividades***

Miyake et al. (2000) describen los tres componentes ejecutivos claramente diferenciados, aunque no totalmente interdependientes, que contribuye el rendimiento en tareas ejecutivas. Los componentes fueron: (i) Actualización (memoria de trabajo): Implica la monitorización, la manipulación y la actualización de la información on line en la memoria de trabajo. (ii) Inhibición: Consiste en la capacidad de para inhibir de forma deliberada o controlada la producción de respuestas predominantes automáticas cuando la situación lo requiere. (iii) Alternancia (flexibilidad): Habilidad para cambiar de manera flexible entre distintas operaciones mentales o esquemas.



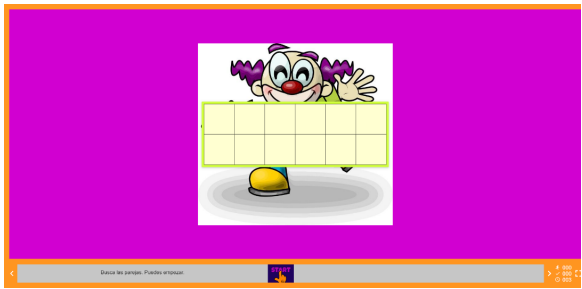
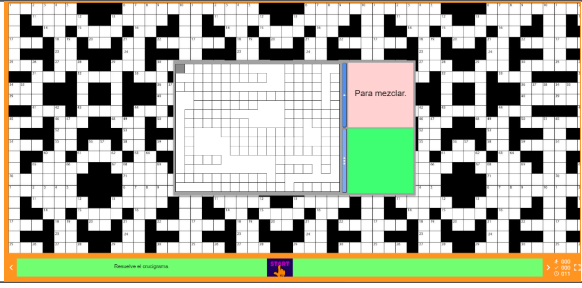
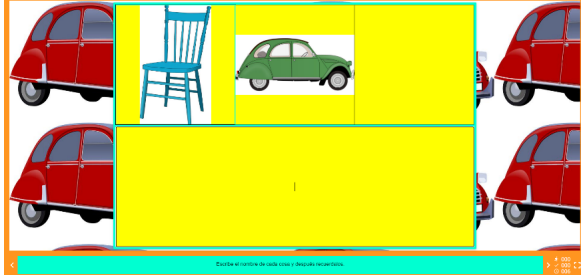
Las actividades (el núcleo principal de la app) han sido diseñadas utilizando diferentes herramientas y plataformas con el objetivo de proporcionar a los padres y/o profesores ideas para estimular de forma lúdica dichas funciones desde los primeros momentos con mínima carga verbal y que pudiera ser accesible para niños que pueden estar en fase pre-lectora. Así, por ejemplo, para trabajar: (a) Memoria de trabajo a través de puzzles y de actividades que implican relacionar animales o medios de transportes. (b) Inhibición mediante tareas tipo stroop. (c) Flexibilidad recurrimos, por ejemplo, a crucigramas. (d) Iniciativa lo vinculamos con el inicio a la lectura de cuentos (Rapunzel o Peter Pan). (e) Categorización de diferentes elementos según diferentes criterios: vegetales o deportes, entre otros. (f) Seriación, relacionada con actividades de categorización, en este caso se trata de ordenar siguiendo un criterio previamente establecido, por ejemplo: cantidad de agua, etapas del ciclo vital, días de la semana, precio, tamaño o temperatura, entre otros. (g) Planificación de diferentes actividades de la vida diaria: lavarse los dientes, viajar al extranjero, copar, poner la lavadora o participar en clase. (h) Monitorización mientras se están relacionada actividades que implican otros procesos psicológicos básicos: memoria y atención. (i) Razonamiento social, tratando de estimular habilidades que fomenten las habilidades sociales, trabajando los diferentes estilos de interacción: activo, agresivo y asertivo. (j) Control emocional, se plantean actividades que permitan identificar a los niños las diferentes emociones básicas: alegría, miedo, ira, asco, tristeza y sorpresa y otras emociones complejas: envidia - celos, nervios - ansiedad, frustración y vergüenza. En la Tabla 1 se presentan las diferentes actividades que han sido desarrolladas en la app con: Educoplay, JCLIC y eXeLearning.

JCLIC permite realizar cinco tipos básicos de actividades:

- Ø Rompecabezas plantean la reconstrucción de una información que se presenta inicialmente desordenada.
- Ø Asociaciones pretenden que el usuario descubra las relaciones existentes entre dos conjuntos de información.
- Ø Sopas de letras y los crucigramas son variantes interactivas de los conocidos pasatiempos de palabras escondidas.
- Ø Actividades de texto plantean ejercicios basados siempre en palabras, frases, letras y párrafos de un texto que hay que completar, corregir u ordenar.

Estos tipos se pueden combinar dando lugar a 19 posibilidades. En la app hemos diseñado diferentes actividades. En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos de actividades diseñadas con JCLIC.

Tabla 1. Actividades incluidas en la app diseñadas con JCLIC.

| Memoria de trabajo |   |
|--------------------|---|
| Emparejar          |  <p>The screenshot shows a clown character with purple hair and a red nose, peeking over a 3x3 yellow grid. The background is purple. At the bottom, there is a navigation bar with the text 'Ezazu hitz jarriz. Pasa hitz erantsan.' and a JCLIC logo.</p>                      |
| Flexibilidad       |   |
| Crucigramas        |  <p>The screenshot displays a crossword puzzle grid with black squares. A central window shows a smaller grid and a pink button labeled 'Para mezclar.' with a green bar below it. The bottom navigation bar contains the text 'Responde el crucigrama.' and the JCLIC logo.</p> |
| Iniciativa         |   |
| Varios             |  <p>The screenshot shows a matching game interface. It features several red cars and one blue chair. A central yellow area contains a green car. The bottom navigation bar has the text 'Ezazu hitz jarriz. Pasa hitz erantsan.' and the JCLIC logo.</p>                       |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <h3>Categorización</h3>    |  |
| Varios                     |  |
| <h3>Atención</h3>          |  |
| Vuelta al cole             |  |
| <h3>Control emocional</h3> |  |
| Emociones                  |  |

Educoplay permite desarrollar las siguientes actividades:

Ø Adivinanzas: Las adivinanzas son actividades en las que debes averiguar una palabra a partir de una serie de pistas que se van facilitando.

Ø Crucigramas: Son autodefinidos multimedia que debes completar haciendo corresponder una letra en cada casilla.

Ø Completar: Consiste en añadir las palabras que faltan a un párrafo o frase, que previamente habremos eliminado.

Ø Ordenar letras: Consiste en ordenar las letras que se nos presentan desordenadas, para formar una palabra o frase.

Ø Ordenar palabras: Consiste en ordenar las palabras que se nos presentan desordenadas, para formar una frase o párrafo. Existen varias formas de ordenar las palabras:

Ø Relacionar: Consiste en organizar una serie de palabras para clasificarlas correctamente.

Ø Relacionar columnas: Consiste en unir los elementos de dos columnas.

Ø Relacionar mosaicos: Consiste en relacionar parejas de elementos.

Ø Presentación: Sirven para recopilar y mostrar contenido a los usuarios de una forma organizada, pedagógica y visualmente atractiva.

Ø Ruleta de palabras: Consiste en adivinar una palabra por cada una de las letras del abecedario, a partir de una pista.

Ø Sopa de letras: Esta actividad es una sopa de letras en la que pulsando y arrastrando debes encontrar las palabras buscadas.

En la app hemos diseñado diferentes actividades. En la Tabla 2 se presentan algunos ejemplos de actividades diseñadas con Educoplay.

Tabla 2. Actividades incluidas en la app diseñadas con Educoplay.



| Memoria de trabajo  |  |
|---------------------|--|
| Animales            |  |
| Categorización      |  |
| Juegos de invierno  |  |
| Seriación           |  |
| Precios             |  |
| Monitorización      |  |
| Meta-atención       |  |
| Razonamiento social |  |
| Trabajo en el aula  |  |

| Atención               |  |
|------------------------|--|
| ¿Cuántos... ?          |  |
| Control emocional      |  |
| Rosco de las emociones |  |

Se ha utilizado, ExeLearning que es un editor de recursos educativos interactivos de código abierto. En la Tabla 3 se presentan algunos ejemplos de actividades diseñadas con Educoplay.

Tabla 3. Actividades incluidas en la app diseñadas con eXeLearning.

| Planificación |  |
|---------------|--|
| Viajar        |  |

| Monitorización                            |   |
|---|---|
| Varios<br>(Metaatención y<br>metamemoria) |    |
| Razonamiento social                       |   |
| Cuestionario                              |    |
| Control Emocional                         |   |
| Cuestionario                              |  |

Las actividades diseñadas incluidas en la app se enumeran en la Tabla 4 clasificadas en función de la dimensión principal que trabaja.

Tabla 4. Actividades desarrolladas incluidas en la app.

|   |
|---|
| Memoria de trabajo                            |
| Puzles  |
| Emparejar                                     |
| Relacionar mosaicos Animales                  |
| Relacionar mosaicos Transportes               |
| Inhibición                                    |
| Stroop  |
| Flexibilidad                                  |
| Crucigramas                                   |
| Iniciativa                                    |
| Escribir                                      |
| Huecos en blanco (Rapunzel)                   |
| Huecos en blanco (Peter Pan)                  |
| Categorización                                |
| Relaciones mosaico Juegos de invierno         |
| Relacionar columnas Vegetales                 |
| Relacionar columnas Deportes                  |
| Seriación                                     |
| Abecedario                                    |
| Cantidad de agua                              |
| Etapas del Ciclo Vital                        |
| Comidas                                       |
| Días de la semana                             |
| Precio  |
| Tamaño  |
| Temperatura                                   |
| Tono de voz                                   |
| Planificación                                 |
| Lista desordenada Viajar                      |
| Lista desordenada Participar en clase         |
| Lista desordenada Comprar                     |
| Lista desordenada Lavarse los dientes         |
| Lista desordenada Poner la lavadora           |
| Monitorización                                |
| Cuestionario (planificación y monitorización) |
| Cuestionario (atención y monitorización)      |
| Adivinanza                                    |
| Razonamiento social                           |
| Refranes                                      |
| Cuestionario                                  |
| Estilos de comunicación                       |
| Trabajo en el aula                            |
| Atención                                      |
| Sopa de letras Vuelta al cole                 |
| Sopa de letras Lavavajillas                   |
| Sopa de letras Frigorífico                    |
| Sopa de letras Lavadora                       |
| Sopa de letras Armario                        |
| ¿Cuántos/as...?                               |
| Respuesta escrita                             |
| Control Emocional                             |
| Asociación simple                             |
| Rosco de las emociones                        |
| Cuestionario                                  |



## **Fase 2: Experiencia del usuario y aplicación de diseño de flujo de trabajo**

La aplicación constará de varias pantallas en las que el estudiante podrá ir navegando ya que estará en letra y con dibujo y podrá elegir el tipo de actividad que desee hacer o bien desde el perfil del maestro.

Será el programador el que cree la aplicación con HTML5. Dentro del mundo de HTML5, nos encontramos con varias plataformas como phone-Gap o su versión libre Cordova.

## **Fase 3: Diseño gráfico y desarrollo**

Las actividades que va a tener que superar el estudiante estarán definidas por niveles. El maestro va a tener una aplicación complementaria que le guiará en la creación de las diferentes pruebas, donde podrá definir y personalizar sus ejercicios, haciendo un bloque o nivel de ejercicios cada vez que acceda a la misma.

En el diseño y desarrollo de las actividades se han utilizado diferentes herramientas:

- Ø Build Native en el diseño y desarrollo app.
- Ø Ardora en el diseño y desarrollo de actividades.
- Ø Educoplay en el diseño y desarrollo de actividades (ver sección anterior).
- Ø EXeLearning en el diseño y desarrollo de actividades.
- Ø Jclic en el diseño y desarrollo de actividades (ver sección anterior).
- Ø Google formularios en el diseño y desarrollo de cuestionarios.

Se ha utilizado dos consolas con diferentes funciones:

- Ø Drive to Web. Es una consola que nos ha permitido subir archivos SCORM. para la subir las diferentes actividades creadas en la app.
- Ø Google Play Console. Es una consola que nos ha permitido subir y aplicar la APK obtenida en Build Native.

Todas las *imágenes* utilizadas son de libre acceso, se indica la fuente de la que han sido extraídas:

- Ø PIXABAY
- Ø Foca Stock
- Ø Freepik
- Ø Morguefile

Todos los *sonidos* utilizados son de libre acceso, se indica la fuente de la que han sido extraídas:

- Ø Banco de Sonidos del Ministerio de Educación y FP
- Ø Free Music Archive

#### **IV. Resultados**

El resultado de este estudio de transferencia del conocimiento. Para definir este término, utilizamos la conceptualización propuesta por la Universidad Autónoma de Barcelona *“La transferencia de conocimiento (TC) es el conjunto de actividades dirigidas a la difusión de conocimientos, experiencia y habilidades con el fin de facilitar el uso, la aplicación y la explotación del conocimiento y las capacidades en I+D de la universidad fuera del ámbito académico, ya sea por otras instituciones de I+D, el sector productivo o la sociedad en general”*.

Es una app que tiene como objetivo trabajar las funciones ejecutivas en población pre y escolar está estructurada en siete grandes apartados (Figura 1): (a) Principal con el objetivo de responder ¿por qué el diseño de esta app?; (b) Contenidos que permitan profundizar en la cuestión ¿qué son las funciones ejecutivas?; (c) Cuestionarios con el fin de saber ¿cómo se pueden evaluar?; (d) Actividades que permitan a los usuarios tener algunos indicios sobre ¿cómo se pueden trabajar en el aula y/o escuela? (memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad, iniciativa, categorización, seriación, planificación, monitorización, razonamiento social, atención y emociones); (e) Etapas educativas a las que va especialmente dirigida esta aplicación ¿quiénes son los potenciales usuarios?: Educación Infantil y Educación Primaria; (f) Utilidades / recomendaciones especialmente dirigidas a: padres, profesores y estudiantes; (g) Recursos es la última sección de esta app, para aquellos usuarios que quieren saber más, se les recomienda la consulta de diferentes materiales: libros, videos, bibliografía, lecturas y otros recursos.



Figura 1. Captura de pantalla de la app.

En el Anexo I presentamos las diferentes pantallas que configuran la app.

En la Figura 2 presentamos una serie temporal con las descargas de la APP que ha sido lanzada en España, México, Chile y Argentina. Es libre, gratuita y está disponible en GOOGLE PLAY en el siguiente enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ebau.funcieje>

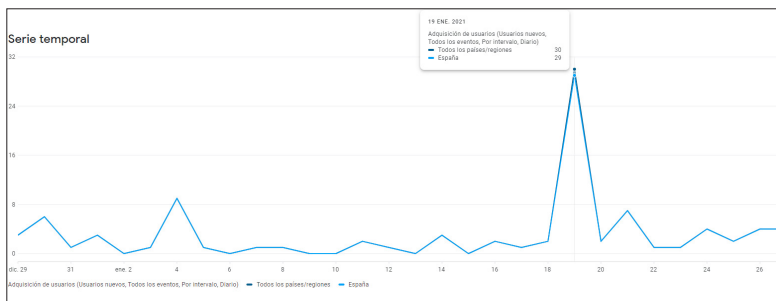


Figura 2. Serie temporal de descargas de la app (desde su publicación hasta la fecha).

En la Figura 3 presentamos una serie temporal que nos permite comparar la evolución de nuestra app con otras apps del ámbito educativo similares.

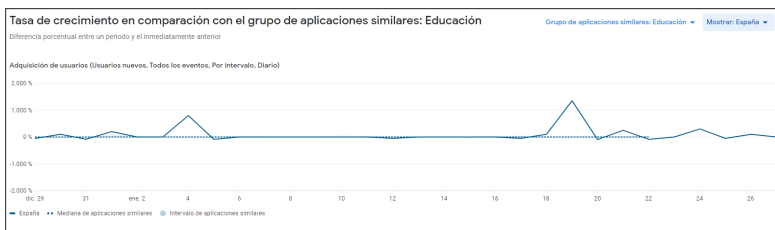


Figura 3. Tasa de crecimiento de la app en comparación con el grupo de aplicaciones similares del campo educativo.

### Difusión

La app para el desarrollo de las Funciones Ejecutivas ha sido difundida en:

BOLETÍN DE COMUNICACIONES DE LA UPNA, N°472

LA OPINIÓN DE MURCIA. Suplemento escolar PEQUEOPI

Mejorar las competencias cognitivas y emocionales.

<https://www.laopiniondemurcia.es/pequeopi/2021/01/19/mejorar-competencias-cognitivas-emocionales/1180440.html>

DIARIO DE NOTICIAS NAVARRA

Desarrolla una app para mejorar las competencias cognitivas y emocionales en población pre y escolar

<https://www.noticiasdenavarra.com/actualidad/sociedad/2021/01/04/desarrolla-app-mejorar-competencias-cognitivas/1108564.html>

LA VANGUARDIA

Una profesora de la UPNA desarrolla una aplicación para mejorar las competencias cognitivas y emocionales en la infancia

<https://www.lavanguardia.com/local/navarra/20210103/6163544/profesora-upna-desarrolla-aplicacion-mejorar-competencias-cognitivas-emocionales-infancia.html>

## NAVARRA.COM

Una investigadora de la UPNA crea una aplicación móvil para mejorar el aprendizaje en niños pequeños

<https://navarra.elespanol.com/articulo/sociedad/investigadora-upna-crea-aplicacion-movil-mejorar-aprendizaje-ninos-pequenos/20201230191514350546.html>

## UPNA

Una profesora de la UPNA desarrolla una aplicación para mejorar las competencias cognitivas y en...

<http://www.unavarra.es/sites/actualidad/contents/noticias/2020/12/20-12-28/una-profesora-de-la-upna-desarro.html>

## VI. Conclusiones y discusiones

Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación se han convertido en una herramienta habitual e imprescindible en nuestra vida diaria y en la actividad profesional de los docentes en todas las etapas educativas y más aún en los momentos actuales derivados de la pandemia que vivimos.

En este contexto los nuevos dispositivos móviles y las aplicaciones que incluyen (diversas e intuitivas) tienen como principal finalidad: facilitarnos la vida de las personas (app de medios de transporte, por ejemplo), estar informadas (app de medios de comunicación, por ejemplo) y ayudarnos a monitorizar aspectos básicos relacionados con nuestra salud, educación y economía, entre otras muchas.

La mayoría de las personas - ya sea para desempeñar su trabajo o en nuestra vida cotidiana - hacemos uso de diferentes apps que nos facilitan, por ejemplo, solicitar una cita médica, consultar el estado de nuestras cuentas bancarias, conocer el aforo de una institución...

La app que hemos diseñado y desarrollado tiene como principal objetivo difundir un constructo que quizás no es muy conocido "Funciones Ejecutivas". Tratamos de operacionalizar un constructo en unas dimensiones muy concretas (memoria de trabajo, flexibilidad e inhibición, control emocional, entre otros), aunque no somos ajenos a la complejidad de este constructo poliédrico.

Las funciones ejecutivas son una serie de competencias transversales (cognitivas y emocionales) ligadas al desarrollo. La app diseñada está especialmente pensada para niños y niñas con desarrollo normotípico y para niños y niñas que pueden presentar diferentes trastornos del neurodesarrollo (trastorno del espectro autista, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad u otros problemas de aprendizaje).

La app puede ser utilizada tanto por padres como profesores de forma fácil e intuitiva. No es una herramienta diagnóstica sino es una herramienta que se presenta con una finalidad de difusión a público y a usuarios que no tienen por qué estar familiarizados con el ámbito psicopedagógico.

El uso de esta app exige disponer de dispositivos con conexión a internet. Somos conscientes que puede no estar disponible ni accesible a todas las familias y centros educativos, de ahí, la necesidad de garantizar el acceso a internet para evitar la brecha en el uso de las nuevas tecnologías por parte de padres y maestros.

Esta app ha sido diseñada y desarrollada en tiempos de pandemia de COVID-19. Esta pandemia azotó a nuestro país - en la primera ola - en las puertas de la primavera del año 2020 y seguimos inmersos, actualmente, en una tercera ola.

### *Limitaciones*

Limitaciones de índole técnica y temporal nos han impedido duplicar el módulo de actividades en la misma app en euskera. Este módulo ha sido exportado a una "classroom" a una plataforma de aprendizaje on line para que pueda ser utilizado de forma independiente en las dos lenguas (castellano y euskera) por parte de los interesados. Otra limitación ha sido optar por diseñarlo exclusivamente con un único sistema operativo ANDROID. Finalmente, indicar, que la app sólo puede ser utilizada con conexión a internet.

### *Prospectiva de futuro*

Estimamos necesario disponer en un futuro de evidencias empíricas relacionadas con la eficacia de la app en el desarrollo de las funciones ejecutivas en niños con desarrollo normo típico y niños con trastornos del neurodesarrollo.

## **VII. Financiación**

El diseño y desarrollo de esta app ha corrido a cargo de la Obra Social "la Caixa", Fundación Caja Navarra y la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) a través de las "Ayudas a la Investigación" (Convocatoria 2019) organizadas por el Centro Asociado UNED de Tudela.

## VIII. Referencias bibliográficas

- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones L. L. (2009). Executive function after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review, 29*(3), 180–200. doi:10.1016/j.dr.2009.05.002
- Biederman, J., Faraone, S.V., Doyle, A., Lehman, B.K., Kraus, I., Perrin, J., & Tsuang, M.T. (1993). Convergence of the Child Behavior Checklist with structured interview-based psychiatric diagnosis of ADHD children with and without comorbidity. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 34*(1), 241-1.251. doi: 10.1111/j.1469-7610.1993.tb01785.x
- Bierman, K. L., Nix, R. L., Greenberg, M. T., Blair, C., & Domitrovich, C. E. (2008). Executive functions and school readiness intervention: impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Development and Psychopathology, 20*(03), 821–843. Doi: 10.1017/S0954579408000394
- Blair, C., & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*(2), 647–663. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Brydges, C. R., Fox, A. F., Reid, C. L., & Anderson, M. (2014). The differentiation of executive functions in middle and late childhood: a longitudinal latent-variable analysis. *Intelligence, 47*, 34–43. doi: 10.1016/j.intell.2014.08.010
- Burgess, P., & Robertson, I. (2002). Rehabilitation of frontal lobe function. En D. Stuss & R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 557-570). New York: Oxford University Press.
- Cantin, R.H., Gnaedinger, E.K., Gallaway, K.C., Hesson, M.S., & Hund, A.M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology 146*, 66–78. doi: 10.1016/j.jecp.2016.01.014
- Carriedo, N., Corral, A. et al. (2016). The development of metaphor comprehension and its relationship with relational verbal reasoning and executive function. *PLOS ONE, 8*. doi:10.1371/journal.pone.015028
- Cleary, T., & Chen, P. (2009). Self-regulation, motivation, and math achievement in middle school: Variations across grade level and math context. *Journal of School Psychology, 47*, 291-314. doi:10.1016/j.jsp.2009.04.002
- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education, 3*(2), 63–68. doi: 10.1016/j.tine.2013.12.001
- Dawson, P., & Guare, R. (2010). *Executive Skills in Children and Adolescent: A Practical Guide to Assessment and Intervention* (2th ed.). New York: The Guilford Press.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science, 318*(5855), 1387–1388. doi:10.1126/science.1151148
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T.E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*(1), 465–486. doi: 10.1207/s15326942dn2601\_6

- Hendry, A., Jones, E.J.H., & Charman, T. (2016). Executive function in the first three years of life: Precursors, predictors and patterns. *Developmental Review, 42*, 1-33. doi: 10.1016/j.dr.2016.06.005
- Korzeniowski, C. G. (2011). Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Revista de Psicología, 7*(13), 7-26.
- Martínez Martínez, A. M., Martínez Villar, S., Aguilar, O. M., y Mariño, D. (2014). Caracterización y efectividad de programas de rehabilitación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en pacientes con daño cerebral adquirido: una revisión. *Universitas Psychologica, 13*(3). doi: 10.11144/javeriana.upsy13-3.cepr
- McCloskey, G., Perkins, L., & Van Divner, B. (2009). *Assessment and intervention for executive function difficulties*. New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science, 21*, 8–14. doi: 10.1177/0963721411429458
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howarter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49–100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734
- Muñoz, J.M. y Tirapu, J. (2004). Rehabilitación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología, 38* (7), 656-663.
- Nguyen, T., & Duncan, G. J. (2018). Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study. *Early Childhood Research Quarterly, 46*, 49-61. Doi: 10.1016/j.ecresq.2018.05.006
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology, 153*, 15-34. doi: 10.1016/j.jecp.2016.08.010
- Raver, C. C. (2013). *Targeting self-regulation through intervention: lessons from RCTs*. En Paper presented at the society of research on educational effectiveness fall conference.
- Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K., & Pressler, E. (2011). CSRP-s impact on low income preschoolers-preacademicskills: self regulation as a mediating mechanism. *Child Development, 82*(1), 362–378. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01561.x
- Schoemaker, K., Bunte, T., Espy, K. A., Deković, M., & Matthys, W. (2014). Executive functions in preschool children with ADHD and DBD: an 18-month longitudinal study. *Developmental Neuropsychology, 39*(4), 302–315. doi: 10.1080/87565641.2014.911875
- Sholberg, M. M., Mateer, C. A., & Stuss, D. T. (1993). Contemporary approaches to the management of executive control dysfunction. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 8*, 45–58. doi: 10.1097/00001199-199303000-00006
- Segers, E., Damhuis, C.M.P., de Sande, E., & Verhoeven, L. (2016). Role of executive functioning and home environment in early reading development. *Learning and Individual Differences 49*, 251–259. doi: 10.1016/j.lindif.2016.07.004
- Tirapu, J., García, A., Luna, P., Verdejo, A., & Ríos, M. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En J. Tirapu, A. García, M. Ríos y A. Ardila (Edts.), *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 87-121). Barcelona: Viguera.



- Universidad Autónoma de Barcelona. Página institucional de Innovación, transferencia y empresa.  
URL disponible en <<https://www.uab.cat/web/investigat/in-ovacion-transferencia-y-empresa/transferencia-del-conocimiento-1345667266489.html>>
- Vandenbroucke, L., Verschueren, K., Desoete, A., Aunio, P., Ghesquière, P., & Baeys, D. (2018). Crossing the bridge to elementary school: The development of children's working memory components in relation to teacher-student relationships and academic achievement. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 1–10. doi: 10.1016/j.ecresq.2017.08.004
- Vitiello, V. E., & Greenfield, D. B. (2017). Executive functions and approaches to learning in predicting school readiness. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 53, 1–9. doi: 10.1016/j.appdev.2017.08.004
- Weiland, C., & Yoshikawa, H. (2013). Impacts of a prekindergarten program on children's mathematics, language, literacy, executive function, and emotional skills. *Child Development*, 84(6), 2112–2130. doi: 10.1111/cdev.12099
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360. doi: 10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x
- Zelazo, P. D., & Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive development*. Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P., Carlson, S., & Kesek, A. (2008). *Handbook of developmental cognitive neuroscience*. 2nd ed. Cambridge: MIT Press.

### Anexo I: Pantallas que configuran la app

