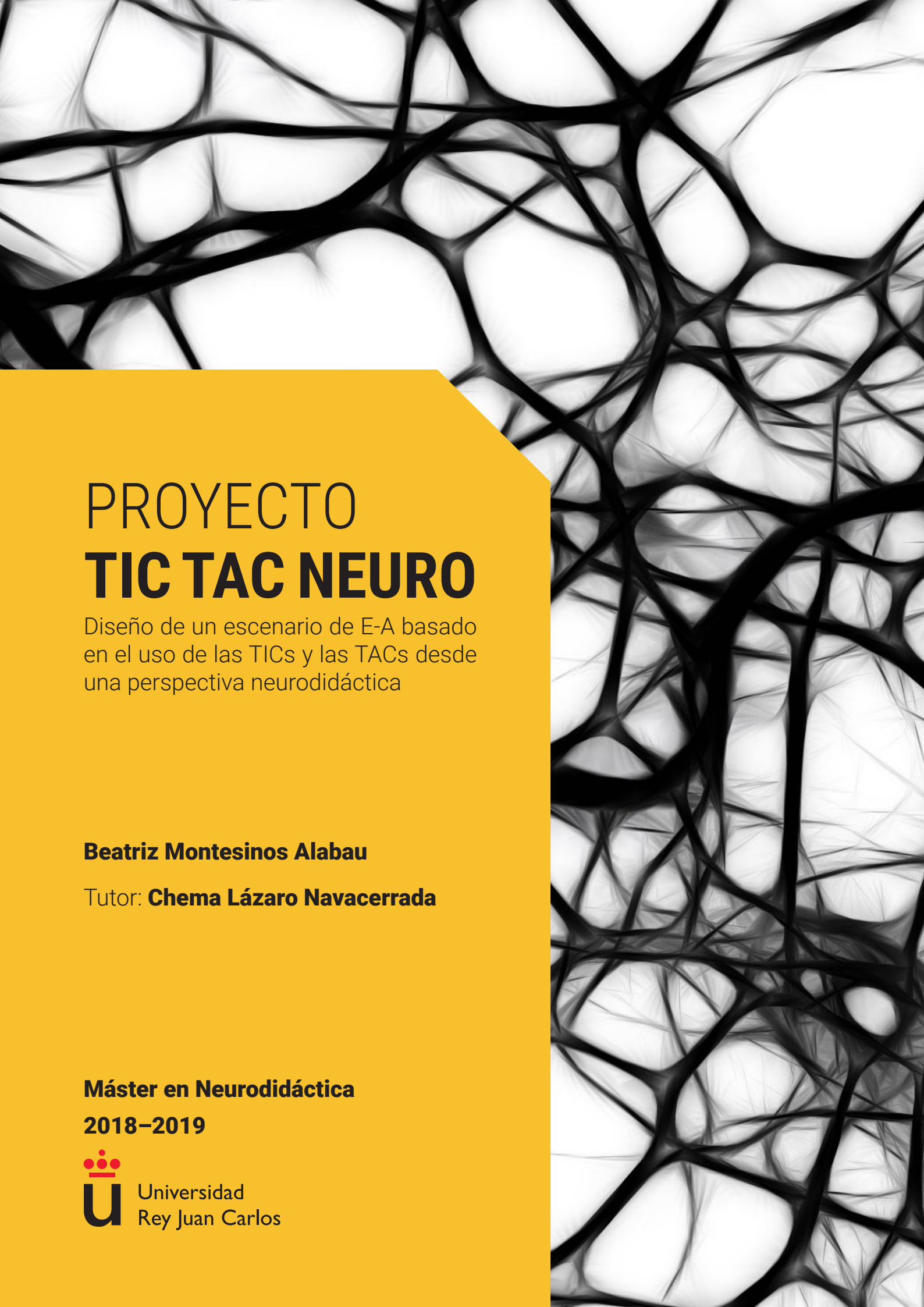


# PROYECTO
# TIC TAC NEURO

Diseño de un escenario de E-A basado en el uso de las TICs y las TACs desde una perspectiva neurodidáctica

**Beatriz Montesinos Alabau**

Tutor: **Chema Lázaro Navacerrada**

**Máster en Neurodidáctica**

**2018–2019**

Universidad
Rey Juan Carlos

# TÍTULO

**PROYECTO "TIC-TAC NEURO"**

**Diseño de un escenario de E-A basado en el uso de las TICs y las TACs desde una perspectiva neurodidáctica**

# RESUMEN

El propósito del Trabajo Fin de Máster es **diseñar un escenario de enseñanza-aprendizaje basado en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs) y de las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TACs) que provoque un impacto positivo en el aprendizaje desde una perspectiva neurodidáctica.**

Para ello se desarrolla el Proyecto TIC TAC NEURO, aplicado a un contexto escolar, concretamente a una clase de 6º de Primaria en todas sus asignaturas.

Previamente al diseño del proyecto se hará un análisis teórico a través de la revisión de la bibliografía existente que haya intentado describir los efectos de la tecnología en el cerebro humano y su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE**: TIC,TAC, PLASTICIDAD CEREBRAL, GAMIFICACIÓN, VIDEOJUEGOS, REALIDAD VIRTUAL, REALIDAD AUMENTADA, PAISAJE DE APRENDIZAJE, TAXONOMÍA DE BLOOM, CURIOSIDAD, ATENCIÓN, MEMORIA DE TRABAJO, MEMORIA EXPLÍCITA, MEMORIA IMPLÍCITA, FUNCIONES EJECUTIVAS, MOTIVACIÓN

# ÍNDICE

**I. JUSTIFICACIÓN Y CONTEXTO** ////////////////////////////////////////////////////////// **4**

**II. OBJETIVOS** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **6**

**III. METODOLOGÍA** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **7**

**IV. MARCO TEÓRICO** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **7**

1. El concepto de plasticidad cerebral ////////////////////////////////////////////////////// 9
2. La tecnología y su influencia en las habilidades cognitivas ////////////////////////////// 10
3. Videojuegos y procesos cognitivos ////////////////////////////////////////////////////// 13
4. La gamificación desde la perspectiva de las neurociencias ////////////////////////////// 23
5. Realidad virtual y aprendizaje inmersivo ////////////////////////////////////////////// 28
6. Redes sociales, emociones, empatía y "compartir" ////////////////////////////////////// 31
7. Los paisajes de aprendizaje ////////////////////////////////////////////////////////// 33

**V. ANÁLISIS DEL CONTEXTO, RECOGIDA DE DATOS Y PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS** // **36**

**VI. DISEÑO DEL PROYECTO TIC-TAC NEURO** ////////////////////////////////////////////// **49**

1.Base teórica del proyecto TIC TAC Neuro ////////////////////////////////////////////// 49
2. Análisis de las herramientas TIC-TAC seleccionadas ////////////////////////////////// 51
3.Taxonomía de Bloom revisada por Churches y herramientas TIC ////////////////////// 71
4.Descripción de los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje ////////////// 74
5.Diseño de la versión neurodidáctica del paisaje de aprendizaje ////////////////////// 78

**VII.CONCLUSIONES** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **81**

**VIII. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO** ////////////////////////////////////////////////////// **81**

**IX. BIBLIOGRAFÍA** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **83**

**X. ANEXO** ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////// **85**

# I. JUSTIFICACIÓN Y CONTEXTO

Los niños que inician hoy su vida escolar se verán expuestos a lo largo de su vida de forma exponencial a la tecnología. Han nacido en un mundo donde los dispositivos tecnológicos son cada vez más inteligentes, donde se almacenan y comparten inmensas cantidades de información en "la nube", donde se generan datos y se analiza a una velocidad impensable hace sólo unos años, donde ya existe el "Internet de las cosas" y dónde la Inteligencia Artificial tiene cada vez más papel en la gestión de las actividades humanas. (1)

Desde el punto de vista de la Neurociencia y de la Psicología, ya se comienzan a leer aportaciones sobre cómo de diferentes serán sus mentes respecto a las de sus padres "Millenials" o sus abuelos de la "Generación X".

Esta mayor inmersión tecnológica motivará sin duda nuevas formas de pensar y de hacer, proporcional a la velocidad de los cambios tecnológicos y fundamentada en el concepto de plasticidad cerebral, y los contextos educativos no se mantienen al margen de ello.

Desde el mundo de la empresa ya hace años que las organizaciones se mueven, se diseñan y se transforman en **entornos "VUCA"** (acrónimo de Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity). Este término tiene su origen en el ejército estadounidense, donde en los años 90 se acuñó esta expresión para referirse al tipo de entorno o realidad para la que debían prepararse. Sin lugar a duda estas van a ser las características del futuro. El mundo que vivimos cambiará cada vez con más celeridad, será cada vez más imprevisible, complejo y difícil de interpretar.

Figura 1. **Tres visiones de aplicación de las TIC**

**Fuente:** elaboración propia.

Desde el ejército americano, pasando por las organizaciones,llegando hasta las aulas, como opina **J.A Marina**, lo que es cierto es que vivimos en entornos VUCA y la complejidad e incertidumbre en una sociedad que avanza siguiendo la rápida evolución del desarrollo tecnológico es incuestionable.(2)

El debate sobre si estos cambios rápidos e inciertos son buenos o malos para nuestro cerebro y para nuestro aprendizaje está servido: ¿nos hace la tecnología más "inteligentes" o más dependientes de ella? ¿tenemos actualmente habilidades que hace 100 años nuestro cerebro no tenía? ¿los niños que se educan inmersos en dispositivos tecnológicos aprenden menos y se distraen más? ¿son las TICs un elemento distractor en contextos de aprendizaje o un elemento impulsor de la adquisición de conocimiento?, ¿jugar a videojuegos es perjudicial para los niños o desarrollan ciertas capacidades con su uso? ¿nos hace la tecnología más sociales y felices, o al contrario?

El proyecto de este TFM responde a la necesidad de **dotar de validez desde la neurodidáctica al uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (en adelante TICs) y las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (en adelante TACs) en el ámbito educativo formal.**

Si bien, la incorporación en las aulas de las TICs ya cada vez menos es un motivo de debate, su aplicación en educación genera dudas y suspicacias acerca de su efecto positivo o negativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los gobiernos y entidades educativas privadas se han ocupado de invertir grandes cantidades de dinero en dotar a los centros educativos de estas TICs, y aunque han surgido posturas críticas acerca de la necesidad de no poner el foco en las novedades tecnológicas, éstas se han visto silenciadas por aquellas que argumentan que las TIC podrían mejorar notablemente la educación si fuesen utilizadas de forma adecuada y explotado todo su potencial.

Las TICs, propias de una sociedad de la información, han conseguido transformarla hasta tal punto de convertirla en una sociedad del conocimiento, donde el acceso fácil y rápido a la información nos permite acercarnos al conocimiento para así pasar a gestionarlo.

Esto abre una nueva perspectiva en el ámbito educativo, ya que cada individuo (docentes y alumnos) se convierte no sólo en consumidor de información y conocimiento, sino que a su vez se transforma en creador de nuevo conocimiento listo para ser consumido por otros.

Por tanto, **las TIC se pueden convertir en TAC**, dentro del ámbito educativo, por su impacto en la autenticidad de la experiencia educativa del alumno y su motivación hacia el aprendizaje. Algunos autores hablan también de **Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP)** **(Cabero, J, 2014)** (3)[1]

1 Reflexiones Educativas sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) J. Cabero Almenara CEF Nº1, 2015.

Para Cabero, el uso de la tecnología desde la **perspectiva de las TIC** es fundamentalmente percibida como facilitadora y transmisora de información y recursos educativos para los estudiantes, y desde esta posición los conocimientos que deberemos tener para su uso se centrarán en el dominio técnico e instrumental de la tecnología.

Desde la **posición de las TAC**, implica su utilización como instrumentos facilitadores del aprendizaje y la difusión del conocimiento. En este caso se trata de centrar su utilización hacia lo formativo, tanto para docentes como para discentes, con el objetivo de aprender de manera más significativa. Así pues, las competencias necesarias ya no son sólo tecnológicas sino metodológicas.

Por último, **desde la posición de las TEP**, se trataría de percibirlas no como meros recursos educativos, sino también como instrumentos para la participación y la colaboración de docentes y discentes, que además no tienen que estar situados en el mismo espacio y tiempo. Desde aquí la competencia del docente será la de diseñar escenarios de aprendizaje , colaboración y construcción del conocimiento.

Esta faceta de los alumnos y docentes como creadores y curadores de contenidos y de conocimientos, necesita de habilidades cognitivas específicas para este tipo de tareas, que a su vez son mediadas por dispositivos y contenidos digitales que también requieren de habilidades perceptivas y cognitivas diferentes a las que se usaban en las escuelas en la era "pre-digital".

De igual modo que nuestro cerebro "recicló" hace unos 3000 años algunas estructuras neuronales ya existentes para el aprendizaje de algo nuevo, cultural y social como fue la escritura, ¿lo hará para aprender con los medios tecnológicos y digitales?

# II. OBJETIVOS

**GENERAL**: Diseñar un **escenario de enseñanza-aprendizaje** basado en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs) y de las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TACs) que provoque un impacto positivo en el aprendizaje desde una perspectiva neurodidáctica.

**ESPECÍFICOS**:

a. Analizar las principales TICs y TACs que se usan en entornos escolares desde una perspectiva neurodidáctica.
b. Seleccionar aquellas TICs y TACs que mayor impacto positivo tengan en el aprendizaje.

c. Diseñar un escenario de E-A en un contexto escolar definido usando las TICs y TACs analizadas.
d. Establecer líneas de trabajo futuras a partir de las conclusiones del diseño del proyecto.

# III. METODOLOGÍA

Una vez analizado el marco teórico se seguirá el siguiente proceso:

1. Planteamiento de hipótesis y variables de control.
2. Diseño e implementación del proyecto.
    a. Principios metodológicos.
    b. Explicación del proyecto.
    c. Secuenciación.
    d. Identificación de materiales y herramientas.
    e. Diseño y posible evaluación.

# IV. MARCO TEÓRICO

El Informe **«Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE»** fue el tema principal del Congreso Internacional sobre las Competencias del Siglo XXI que tuvo lugar en Bruselas el mes de septiembre de 2009 en el contexto de un proyecto de la OCDE/CERI sobre los **Aprendices del Nuevo Milenio**.(4)

Según este informe el desarrollo social y económico exige que los sistemas educativos ofrezcan nuevas habilidades y competencias, que les permitan beneficiarse de las nuevas formas de socialización y contribuyan activamente al desarrollo económico bajo un sistema cuya principal activo es el conocimiento.

Estas habilidades y competencias se denominan normalmente **habilidades y competencias del siglo XXI** con el fin de indicar que están más relacionadas con las necesidades de los modelos emergentes de desarrollo económico y social que con aquellas del siglo pasado al

servicio del modo industrial de producción.

En este informe se propone una **tipología** para pensar los distintos tipos de habilidades, y para distinguir, potencialmente, aquellos que estén más estrechamente relacionados con las TIC y aquellos que no:

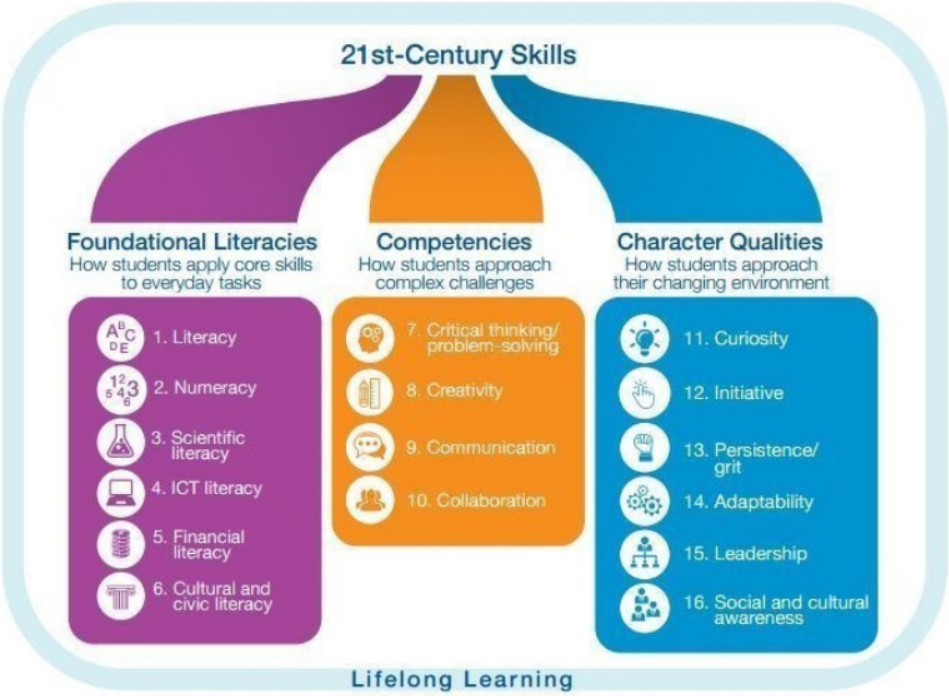
- **Habilidades funcionales TIC,** que incluyen habilidades relevantes para un buen uso de las diferentes aplicaciones;
- **Habilidades TIC para aprender,** que incluyen habilidades que combinan las actividades cognitivas y de orden superior con habilidades funcionales para el uso y manejo de los estas aplicaciones;
- **Habilidades propias del siglo XXI**, necesarias para la sociedad del conocimiento donde el uso de las TIC no es una condición necesaria. (28)

El **World Economic Forum** (2016) define **16 habilidade**s que serán las más requeridas en el 2020 para lograr un empleo: "Los postulantes a empleos de la actualidad deben poder **colaborar**, **comunicar y solucionar problemas**, habilidades desarrolladas principalmente a través del **aprendizaje social y emocional** (ASE). Combinada con habilidades tradicionales, esta aptitud social y emocional formará a los estudiantes para que triunfen en una economía digital en evolución." (5)

Según el **Real Decreto 126/2014**, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria en España, las competencias del currículo serán las siguientes:

1.º Competencia lingüística.

Exhibit 1: Students require 16 skills for the 21st century




Note: ICT stands for information and communications technology.

2.º Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

3.º Competencia digital.

4.º Aprender a aprender.

5.º Competencias sociales y cívicas.

6.º Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

7.º Conciencia y expresiones culturales.

Para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo, deberán diseñarse **actividades de aprendizaje integradas** que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.(6)

Analizando el marco económico, social y legislativo actual surgen las siguientes preguntas: ¿Cuál es el papel de la tecnología aplicada a la educación en nuestro contexto? ¿Qué se entiende por competencia digital? ¿Es clave para una renovación metodológica y curricular? ¿Qué papel desempeña en el aprendizaje el uso de las TIC hasta convertirlas en TAC? ¿Afecta al modo de enseñar y aprender? ¿Modifica las habilidades cognitivas de los alumnos?

## 1. EL CONCEPTO DE PLASTICIDAD CEREBRAL

Nuestro cerebro no se desarrolla en el vacío, se modifica constantemente a través de experiencias y el entorno que nos rodea. Esto es lo que se conoce como **plasticidad cerebral**.

La **regla de Hebb** establece que cuando dos neuronas se activan en el mismo momento, sus interconexiones se hacen más fuertes. Gracias a esta plasticidad sináptica grandes redes de neuronas se van creando sucesivamente en un orden cada vez más exacto. Cada cambio sináptico que sigue esta regla refuerza la probabilidad de que se reproduzca la misma actividad.Los cambios sinápticos no son sólo resultado o acompañan al aprendizaje, sino que son también la causa de él.

Esta capacidad de nuestro cerebro es la que ha permitido que aprendamos “inventos” que culturalmente han ido evolucionando con nuestra historia, como es el caso de la lectura y de la escritura, de la aritmética, y la programación robótica y computacional o la realidad virtual.

Como dice Dehaene, nuestro cerebro se dedica al **reciclaje neuronal**: “cada nuevo objeto cultural que inventamos, como el alfabeto o los números arábigos, debe encontrar su nicho neuronal: un conjunto de circuitos cuya función originaria sea similar, como para adaptarse al nuevo invento, pero también lo bastante flexible como para que pueda reconvertirse a este uso hasta entonces inédito” (7)

Para **A. Pascual -Leone** (2005) la plasticidad es una propiedad del sistema nervioso, y a lo largo de la vida del ser humano no es posible entender la función psicológica normal ni las consecuencias de una enfermedad sin invocar el concepto de plasticidad cerebral. El com-

portamiento genera cambios en los circuitos cerebrales y los cambios en el cerebro , a su vez, generan cambios comportamentales.(8)

Pero, a pesar de esta característica genética de nuestro cerebro, que nos permite aprender a lo largo de la vida, el aprendizaje es un proceso complejo, en el que intervienen multitud de factores físicos y ambientales. Para **David Bueno**, el objetivo de la educación debe ser optimizar las habilidades cognitivas en un entorno dinámico e imprevisible, es decir, teniendo en cuenta los aspectos sociales y culturales y contribuyendo a la formación de personas capaces de transformarse a sí mismas a través de nuevos aprendizajes activos y autodirigidos a lo largo de su vida, predispuestas a mejorar sus habilidades y conocimientos en cualquier dirección que elijan, hasta los límites de lo posible, y así crecer intelectual y emocionalmente. (9)

**Michael Merzenich**, profesor de neurociencia de la Universidad de California (San Francisco) ha focalizado su trabajo en crear un sistema de entrenamiento para que las personas pueden percibir y pensar mejor, trabajando en los mapas cerebrales que dan lugar a nuestra representación del mundo exterior. Merzenich descubrió que estos mapas pueden crecer y fortalecerse con el ejercicio específico de tareas cognitivas. A partir de estas investigaciones se creó **Scientific Learning**, una plataforma de entrenamiento cognitivo dirigido principalmente a niños, que pretende "guiar" plásticamente los cerebros de los niños de manera que pudieran mejorar su rendimiento académico. A través del programa "Fast Forword" se entrena a niños con dificultades en el lenguaje. Merzenich pudo demostrar que a medida que los niños mejoraban en los resultados de las pruebas, sus escanografías cerebrales también se habían normalizado.(10)

## 2. LA TECNOLOGÍA Y SU INFLUENCIA EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS

### A) USO DE PANTALLAS Y CEREBRO EN LA ETAPA INFANTIL

Según el informe **"Familias hiperconectadas: el nuevo panorama de aprendices y nativos digitales"** realizado por la empresa Qustodio en 2019, con más de 1.200 entrevistas a madres y padres de toda la geografía nacional y regional, así como de Estados Unidos y Reino Unido, con hijos de entre 5 y 17 años que utilizan Internet, los niños españoles de entre 5 a 11 años pasan una media de 711 horas y 45 minutos conectados al año, cifra que asciende hasta las 1.058 horas y media en el caso de los menores de entre 12 y 17 años. (11)

El NIH de USA (**National Institute of Health**) ha comenzado el **mayor estudio longitudinal** sobre el desarrollo del cerebro adolescente y cómo le afectan las drogas, el ejercicio o el uso de pantallas. En este estudio participarán más de 10.000 niños de todo el país y se les seguirá durante 10 años.

Aunque el centro de la investigación era el estudio de los efectos del tabaco, la marihuana y otras drogas, los investigadores se preguntaron si podrían obtener algún tipo de información

sobre el **efecto del tiempo ante las pantallas que pasan los niños y adolescentes**.La primera ola de neuroimágenes de los escáneres cerebrales de 4.500 participantes ya está siendo analizada y comienza a arrojar los primeros datos: se han encontrado diferencias significativas en el cerebro de algunos niños de nueve y diez años que usan teléfonos inteligentes, tabletas y videojuegos más de siete horas al día y que señalan un **adelgazamiento prematuro de la corteza cerebral**,la capa más externa y arrugada del cerebro que procesa la información de los cinco sentidos.Un adelgazamiento de la corteza normalmente se produce por un proceso de maduración más tardío.

Los investigadores todavía no saben si este adelgazamiento de la corteza cerebral ha sido causado por por el tiempo de pantalla, ni siquiera si es algo negativo. Habrá que seguir el estudio en el tiempo para poder explicar las diferencias vistas en la neuroimagen.

También, las primeras entrevistas y los datos del estudio han revelado que los niños que pasan **más de dos horas al día en las pantallas obtuvieron puntajes más bajos en las pruebas de pensamiento y lenguaje**.

De todos modos, estos datos son el inicio de un conjunto de pruebas y mediciones que habrán de ser analizados durante bastante tiempo para poder sacar conclusiones, y se tardarán algunos años en dar alguna respuesta con base científica. (13)

Esta demora en los resultados de las investigaciones, ya que deben ser analizados los datos a largo plazo, preocupa a médicos y pediatras como **Dimitri Christakis**, del *Seattle Children's Hospital*, quien ha sido el autor principal de las pautas más recientes de la Academia Americana de Pediatría para regular el tiempo frente a la pantalla de los niños más pequeños. Según Dimitris el cerebro de un recién nacido aumenta el triple en los dos primeros años y lo hace como respuesta directa a la estimulación externa. Lo preocupante en relación a la exposición a las pantallas interactivas es la sobreestimulación, que puede acortar el periodo de atención de los niños. Los niños que se acostumbran a la entrada de información de "alto nivel" pueden encontrar la información del mundo "real" aburrida y lenta, lo que empeora su capacidad de atención. La posibilidad de interacción que ofrecen los dispositivos digitales tienen efectos en la cognición y en el desarrollo del cerebro de los niños. La inmediatez de respuesta que ofrecen los juegos y aplicaciones interactivas activan la vía dopaminérgica del cerebro, y esta sobre estimulación rápida hace que se llegue a comportamientos compulsivos y adictivos. Tras sus primeras investigaciones recomendaba una pauta de no más de media hora al día de uso de dispositivos táctiles en menos de 24 meses, pero ahora recomiendan a los padres, "evitar el uso de medios digitales, excepto el chat de video, en niños menores de 24 meses".

### B) TECNOLOGÍA Y RELACIONES SOCIALES

El tiempo medio que pasamos delante de las pantallas de los dispositivos digitales es un tema de preocupación y controversia en los últimos años, sobre todo cuando se refiere a la población infantil y adolescente. En su libro libro "*iGen: Why Today's Super-Connected Kids Are Growing Up Less Rebellious, More Tolerant, Less Happy—and Completely Unprepared*

*for Adulthood—and What That Means for the Rest of Us "*(2017) la psicóloga **Jean Twenge** describe un punto de unión entre el aumento de los smartphones y las redes sociales y el incremento de la depresión, la ansiedad y la soledad entre los jóvenes de hoy. La autora asegura que el incremento del tiempo con las pantallas de estos dispositivos (en detrimento del tiempo dedicado a actividades más saludables) es el culpable de esta situación.

Los principales descubrimientos de Twenge se basan en encuestas y estudios, incluyendo el informe anual Monitoring the Future de Estados Unidos y correlaciona los niveles de felicidad de los niños y adolescentes con el tiempo que pasan delante de pantallas y el que no pasan con los dispositivos electrónicos y asegura que aquellos que pasan más tiempo en Internet, redes sociales y enviando mensajes son más propensos a ser infelices.

Mientras la tecnología puede ayudar a especializar algunas habilidades cerebrales, hay quien teme que esto tenga un efecto perjudicial. La omnipresencia de los teléfonos móviles inteligentes y tabletas significa que todos nosotros tenemos un ordenador de alto rendimiento al alcance de la mano en cada momento. Tener todo el conocimiento del mundo tan accesible, por supuesto, supone un gran beneficio en todo tipo de situaciones, pero puede hacer que entonces sea suficiente para tener éxito el saber hacer buenas preguntas más que el saber contestar las respuestas.

Hay investigadores, como **Susan Greenfield**, de la Universidad de Oxford que defienden que el uso de la tecnología sobre todo por parte de los niños, puede modificar sus estructuras cerebrales.En su libro ***"Mind Change: How Digital Technologies Are Leaving Their Mark on Our Brains"*** (2015) recoge datos e investigaciones sobre el impacto en los nativos digitales de la tecnología,y cómo las redes neuronales pueden verse afectadas por la gran cantidad de estímulos audiovisuales, como los juegos pueden dar forma a un paisaje químico en el cerebro similar al de los adictos al juego y cómo el uso excesivo de los sitios de redes sociales limita la maduración de la empatía y la identidad.

La investigadora Patti M. Valkenburg en esta **investigación** (2009) que revisaba estudios de los últimos 20 años halló que una red social puede mejorar la autoestima de los jóvenes y mejorar su calidad de relación con sus amistades. Pero esto no es aplicable a todo el mundo. Mientras la gente más joven utiliza las redes sociales para conectarse con la gente que ya conocen, algunos lo utilizan para relacionarse con gente que no conocen, que forma parte de una experiencia totalmente diferente. Lo mismo ocurre con los videojuegos. Jugar a los videojuegos no supone ningún problema para la mayoría de la gente, pero para un porcentaje pequeño puede desembocar en querer jugar compulsivamente e incluso generar adicción.

Según Valkenburg, los efectos positivos y negativos de la tecnología son, por lo general, estadísticamente pequeños y hay más variantes entre los individuos que entre las diferentes generaciones.

### C) DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS: IA Y APRENDIZAJE PERSONALIZADO

Para los niños nacidos en los últimos 5 años, la IA ya forma parte de sus vidas.El Internet de las cosas, la domótica, los asistentes domésticos, son ejemplos de que ya forman parte de la vida diaria de muchos hogares.

Un equipo de investigadores del MIT Media Lab recientemente realizó un **estudio** piloto para explorar cómo los niños interactúan con los **dispositivos de Inteligencia Artificial**. Observaron cómo un grupo de niños de tres a diez años interactuaba con cuatro "agentes" de Inteligencia Artificial y la mayoría de los niños descubrieron que estos artefactos de Inteligencia Artificial eran simpáticos y se podía confiar en ellos. Incluso, los niños más mayores llegaban a afirmar que estos artefactos de Inteligencia Artificial, especialmente Alexa, eran más inteligentes que ellos mismos.

Esto podría corresponder a un cambio en la percepción de la inteligencia de los niños ya que comienzan a asociar la inteligencia con el conocimiento declarativo, como la memorización de hechos y la información.

Los investigadores han observado que los niños están comprobando las habilidades de los juguetes con inteligencia artificial para ver hasta dónde pueden llegar. Pero a medida que los niños interactúan con los dispositivos, se dan cuenta de que no son humanos, sino que se parecen más a un animal o una mascota.

Dispositivos diseñados para ser amigables y responder a estímulos del ambiente, juguetes que serán dirigidos por la voz, interacción con realidad aumentada y realidad virtual, algoritmos de aprendizaje que harán que las máquinas se adapten a las respuestas y necesidades de los usuarios…, toda esta tecnología ya está en nuestras vidas, y afectará a nuestra manera de relacionarnos con el entorno y a nuestra manera de aprender, por tanto, afectará al cerebro, que a su vez afectará a nuestra manera de relacionarnos y responder al entorno.

## 3. VIDEOJUEGOS Y PROCESOS COGNITIVOS

Es común encontrar una mayoría de opiniones que consideran que el uso de videojuegos provoca efectos negativos en la salud de los usuarios. Sin embargo, existen estudios que han demostrado que, si bien es cierto que los videojuegos podrían afectar la salud si su uso es excesivo, también lo es que, si se establecen algunos hábitos de juego como, por ejemplo, tiempo adecuado, un buen entorno, moderación etc., la actividad puede considerarse satisfactoria y segura.

Como ponen de manifiesto Jiménez y Escobar (2016) el estereotipo de que los videojuegos estaban orientados únicamente a niños obesos o antisociales fue desmentido en la investigación de Annetta (2008) realizada en el Reino Unido. De hecho, se afirma que se logran **diversos beneficios pedagógicos gracias al uso de videojuegos en procesos de enseñanza**

**y aprendizaje**. Con ellos se pueden desarrollar, por ejemplo, **habilidades cognitivas, espaciales y motoras, además de mejorar las habilidades en las TIC**. Asimismo, se pueden **enseñar hechos** (conocimientos, memorización, repeticiones), principios (relación causa-efecto) y **resolución de problemas complejos**, **aumentar la creatividad**, o **aportar ejemplos prácticos de un concepto o regla** que es difícil ilustrar en el mundo real.

Así mismo, en el mismo trabajo de Jiménez y escobar se expone que también es frecuente la opinión entre los docentes de que el uso de videojuegos por parte de sus alumnos influye negativamente en el rendimiento académico de los mismos. Un estudio realizado por Llorca (2009) con una muestra de 266 niños y niñas de 11 a 15 años de la ciudad de Salamanca, puso de manifiesto que los **videojuegos no perjudican el rendimiento académico de los niños si son utilizados de forma moderada**, e incluso pueden llegar a tener una influencia positiva en su educación. (13)

Una **revisión publicada en Frontiers in Psychology** sobre los estudios publicados en los últimos 40 años (los que tienen de vida los videojuegos) los organiza principalmente por **funciones cognitivas que se argumenta que están influenciadas por el juego de videojuegos**:

**1. Coordinación ojo-mano y tiempo de reacción**

Griffith y sus colegas (1983): las personas con experiencia en videojuegos superan en esta habilidad a las que no tienen experiencia en videojuegos.

Orosy-Fildes y Allan (1989): el juego de **videojuegos podría mejorar los tiempos de reacción visomotora** a una amplia gama de estímulos.

Yuji,(1996): los niños clasificados como jugadores de videojuegos (VGP) observaron **tiempos de reacción más rápidos en tareas simples de discriminación de color y forma** según su entusiasmo hacia los videojuegos, en comparación con los jugadores que no son videojuegos (NVGP) que no estaban entusiasmados con los videojuegos.

Los tiempos de reacción más rápidos en respuesta a los estímulos visuales por parte de los VGP expertos y los NVGP después del entrenamiento en videojuegos son un hallazgo recurrente en la mayor parte de la literatura sobre videojuegos (por ejemplo, Castel et al., 2005; Bialystok, 2006).

**2. Visión espacial**

Gagnon (1985): evaluó el impacto de la capacitación en videojuegos sobre el rendimiento en la prueba de visualización espacial y orientación espacial de Guildford-Zimmerman, junto a otras pruebas de aptitudes. Solo las participantes femeninas mostraron un rendimiento significativamente mejorado después del juego, e incluso entonces sólo para la visualización espacial, pero curiosamente la cantidad de experiencia previa en videojuegos que los partici-

pantes poseían se correlacionó significativamente con la **búsqueda visual, la visualización espacial y el rendimiento de coordinación mano-ojo**.

Dorval y Pepin (1986): evaluaron el impacto del entrenamiento de videojuegos en la parte de relaciones espaciales de la prueba de Aptitud Diferencial en relación con los controles que se abstuvieron del juego de videojuegos. Tanto los hombres como las mujeres que se sometieron a entrenamiento en videojuegos mostraron un rendimiento significativamente mejorado en la subprueba de relaciones espaciales. Sin embargo, debido a la falta de una condición de control adecuada en este experimento, y en muchos estudios a seguir, no podemos descartar la posibilidad de que la estimulación cognitiva general pueda haber mejorado el rendimiento.

Subrahmanyam y Greenfield, (1994): realizaron un estudio con niños, que fue el primero en observar los efectos del género de los videojuegos en los resultados del entrenamiento de los videojuegos. Solo los niños que jugaron el videojuego "espacialmente exigente", Marble Madness, mostraron un **rendimiento de visualización espacial significativamente mejorado**, **mientras que los niños que jugaron el videojuego orientado al lenguaje, Conjecture, no mostraron ninguno**. El uso de otro videojuego como control sirvió para ajustar los efectos de la estimulación cognitiva general, aunque sigue siendo posible que exista una mayor expectativa de que el rendimiento espacial mejore después de jugar juegos espacialmente exigentes (Marble Madness) que después de jugar juegos no espaciales (Conjecture), que pueden representar al menos parte del resultado (Boot et al., 2011).

McClurg y Chaillè (1987): encontraron **mejoras en el rendimiento de la rotación mental en niños después del juego de videojuegos**; sin embargo, este estudio carecía de una condición de control adecuada.

Okagaki y Frensch (1994): descubrieron que los participantes ingenuos de videojuegos que jugaron el videojuego Tetris orientado espacialmente, mostraron un **mejor rendimiento en medidas de papel y lápiz de rotación mental y visualización espacial en relación con los participantes que no jugaron Tetris**. Significativamente, este es uno de los únicos estudios que muestran que la experiencia adquirida durante el juego de videojuegos puede generalizarse más allá del rendimiento en entornos informatizados al rendimiento no informatizado, lo que proporciona una prueba más sólida de la **transferencia de la competencia** (Boot et al., 2011 ) Desafortunadamente, Okagaki y Frensch no incluyeron una condición de control adecuada.

Sims y Mayer (2002):compararon el rendimiento de rotación mental de jugadores de Tetris con y sin habilidad, y también compararon el rendimiento de rotación mental de jugadores de Tetris sin habilidad antes y después del entrenamiento. Los jugadores expertos de Tetris superaron a los jugadores no expertos de Tetris solo cuando los estímulos eran idénticos o similares a los de Tetris. Además, no se observaron ganancias de rendimiento en la rotación mental en los participantes entrenados en Tetris en comparación con aquellos que no recibieron entrenamiento.

En resumen, **los videojuegos simples como Tetris y Blockout pueden transmitir una mejora limitada**, ya que el éxito en estos juegos depende principalmente de la habilidad de rotación mental con una gama limitada de estímulos.

**3. Atención viso-espacial**

Greenfield y col. (1994): comenzaron una serie de investigaciones sobre la **distribución espacial de la atención visoespacial**, cuando evaluaron el impacto de la experiencia y la capacitación en videojuegos en una tarea que requiere dividir la atención visual. Los resultados de su estudio sugieren que **los VGP expertos son superiores en la división de la atención visual**. Este resultado también podría explicarse por una ventana de atención más grande o una mayor distribución de atención espacial. Un estudio de entrenamiento de seguimiento mostró que los NVGP que jugaron *Robotron: 2084* durante cinco horas, mostraron resultados en la misma dirección que los VGP expertos. Desafortunadamente, no hubo condición de entrenamiento de control.

**Green y Bavelier (2003)**: compararon VGP y NVGP expertos en una batería de tareas visoespaciales y atencionales. Se utilizaron una tarea de compatibilidad de flanco y una tarea de enumeración para medir la capacidad de atención. Finalmente, se utilizó una tarea de parpadeo atencional para evaluar los aspectos temporales de la atención visual. Se les pidió a los participantes que identificaran un primer objetivo y que detectaran un segundo objetivo que aparece dentro de unos cientos de milisegundos más tarde. Los **VGP expertos superaron a los NVGP en todas las tareas, lo que sugiere que pueden tener una mayor capacidad de atención, un mayor campo de atención y un parpadeo de atención reducido**.

Green y Bavelier (2006a, b): replicaron y elaboraron estos hallazgos. Utilizando una tarea de flanqueo y manipulando cargas perceptivas, descubrieron que **los VGP expertos tenían mayores recursos de atención y distribución de la atención visual.**En el mismo estudio, también replicaron sus hallazgos de UFOV de una distribución espacial mejorada de la atención en un amplio campo de visión en las VGP, incluso cuando realizan una tarea adicional de discriminación central. Esto indica que el rendimiento superior de UFOV no se debió a la redistribución de los recursos de atención desde la visión central a la periférica. **Un estudio de capacitación mostró que estas mejoras podrían lograrse en los NVGP después de un pequeño período de juego de videojuegos de acción** (Unreal Tournament 2004) **pero no después de jugar un videojuego sin acción** (Tetris).

Green y Bavelier (2006b) mostraron que los VGP expertos pueden enumerar aproximadamente dos elementos más que los NVGP y, además, poseen un rendimiento superior en una tarea de seguimiento de múltiples objetos. Un estudio de capacitación sugirió un papel causal para el juego de videojuegos de acción, ya que los NVGP entrenados en un videojuego de acción (pero no aquellos entrenados en un videojuego sin acción) mostraron mejoras similares. Los autores argumentan que estos hallazgos pueden estar mediados por **cambios en las habilidades visuales de memoria a corto plazo**.

Boot et al. (2008): encontraron que los VGP mostraron un rendimiento superior en el seguimiento de múltiples objetos y, si bien no encontraron una diferencia significativa en una tarea de enumeración, sí encontraron que **los VGP expertos tuvieron un rendimiento significativamente mejor en una tarea de memoria visual a corto plazo**.

Sungur y Boduroglu (2012): también informaron que **los VGP expertos podían rastrear con mayor precisión múltiples objetos** y, además, mostraban un déficit de rendimiento menor cuando era necesario para mantener las identidades únicas de múltiples elementos objetivo mientras los rastreaban simultáneamente. También sugirieron que esto refleja mayores capacidades de memoria visual a corto plazo de los VGP.

**4. Anticipación visual y estrategias de búsqueda visual.**

Kuhlman y Beitel (1991): encontraron que **los VGP infantiles tenían una mayor capacidad para anticipar el inicio del estímulo**. Los niños VGP respondieron significativamente más exactamente al estímulo final de la luz en una secuencia, lo que sugiere que habían anticipado mejor su llegada. Sigue siendo posible, por supuesto, que la anticipación mejorada no sea el resultado del juego de videojuegos, sino una característica preexistente de aquellos niños que se convierten en VGP.

Se necesitan estudios de capacitación para determinar si las búsquedas visuales más rápidas y las estrategias de búsqueda de arriba hacia abajo más amplias resultan del juego de videojuegos o son una característica preexistente de los VGP expertos.

**5. Dinámica temporal de la atención sensorial.**

West y col. (2008): compararon el desempeño de VGP y NVGP expertos masculinos coincidentes en una tarea de juicio de orden temporal que mide la **sensibilidad de los participantes a una señal exógena a una ubicación espacial**. Sorprendentemente, el punto de simultaneidad subjetiva en las VGP de expertos se produjo con una asincronía de inicio de estímulo significativamente mayor que para las NVGP, lo que sugiere que **la atención de las VGP pudo haber sido captada más por la señal exógena**.

Donohue y col. (2010) descubrieron que **cuando no había una señal exógena, los VGP expertos eran significativamente más precisos que los NVGP para discriminar las asincronías de presentación en estímulos visuales y auditivos**. Donohue y sus colegas también encontraron una **correlación significativa entre la experiencia de los videojuegos y el punto de simultaneidad subjetiva, sugiriendo que una mayor experiencia multisensorial puede resultar en una mejor precisión multisensorial**, aunque es posible que las personas con una mejor precisión multisensorial jueguen más videojuegos debido a ventaja que transmite esta habilidad.

**6.Atención exógena y endógena**

West et al.(2008):examinaron más a fondo el impacto de las señales exógenas en el rendimiento de los VGP expertos utilizando un paradigma de detección de señal. **Los VGP expertos mostraron tiempos de reacción significativamente más rápidos.**

Hubert-Wallander y col. (2011): también probaron el impacto del curado exógeno pero en un paradigma modificado de curado de Posner. Si bien **los VGP expertos identificaron la orientación correcta significativamente más rápidamente, no hubo diferencias significativas entre los VGP expertos y los NVGP en los costos de tiempo de reacción generados por la señal exógena**. Contrariamente a West et al. (2008), los autores sugirieron que el juego de videojuegos puede centrarse preferentemente en la atención endógena en lugar de exógena.

Chisholm y col. (2010): los autores sugirieron que los **VGP expertos pueden poseer un mayor control de la atención endógena que les permite suprimir o ignorar la información irrelevante más fácilmente que los NVGP**. Sin embargo, este resultado también podría surgir simplemente de una sensibilidad reducida a los distractores sin afectar la atención endógena.

**7. Cambio de tareas**

También se ha descubierto que **el juego de videojuegos tiene un impacto en la selección del conjunto de tareas cognitivas y la capacidad de orden superior para cambiar entre tareas**.

Nelson y Strachan (2009): encontraron que el desempeño de los participantes en una ubicación objetivo y la tarea de igualar figuras difería según si habían jugado el videojuego de acción o a videojuegos de rompecabezas. Los **participantes que jugaron el videojuego de acción mostraron tiempos de respuesta más rápidos pero menor precisión, mientras que los participantes que jugaron el videojuego de rompecabezas mostraron tiempos de respuesta más lentos pero mayor precisión**. Esto proporcionó evidencia de que las estrategias cognitivas preparadas por las demandas de diferentes géneros de videojuegos podrían generalizarse más allá del contexto del videojuego mismo.

Colzato y col. (2010): investigaron el efecto de la experiencia en videojuegos de acción en el cambio de tareas. **Los VGP expertos mostraron un costo de cambio de tarea significativamente menor que los NVGP** al cambiar entre la identificación de señales locales y globales.

Karle y col. (2010): investigaron lo que puede ser la base de menores costos de cambio de tareas en VGP expertos.. Los **VGP expertos mostraron costos reducidos de cambio de tareas en relación con los NVGP en tareas no superpuestas (es decir, discriminación de caracteres y discriminación numérica) pero no mostraron una reducción significativa en los costos de cambio de tareas cuando las tareas se superpusieron (es decir, impar / par, primo / múltiple, menor que / más que)**. Los autores argumentaron que las tareas superpuestas crean interferencia proactiva que requiere inhibir conjuntos de respuestas conflicti-

vas, lo que sugiere que **los costos de cambio de tareas más bajos mostrados por los VGP expertos pueden reflejar una mayor capacidad para activar redes relevantes para tareas.**

**8.Propiedades fundamentales del sistema visual, percepción visual y uso de evidencia sensorial.**

Algunos de los hallazgos más interesantes, diversos y novedosos en la literatura de VGP se han referido a la **mejora potencial de aspectos fundamentales del sistema visual**.

Green y Bavelier (2007): compararon el rendimiento de los VGP expertos masculinos y los NVGP coincidentes en un paradigma de hacinamiento visual. **Los VGP expertos no solo muestran un efecto reducido de hacinamiento, sino que pueden poseer una mayor agudeza visual**. Un estudio de entrenamiento de seguimiento produjo resultados mixtos con NVGP capacitados en un videojuego de acción que muestra un rendimiento mejorado de hacinamiento visual pero no una agudeza visual. Los NVGP entrenados en el videojuego sin acción (Tetris) no mostraron mejoras. La incapacidad de producir una agudeza visual mejorada en NVGP puede significar que no es apto para el entrenamiento a corto plazo, o que representa una característica preexistente de los VGP expertos.

Campbell, (1983) y Li y col. (2009): encontraron que **los VGP masculinos expertos eran más precisos que los NVGP en un paradigma de sensibilidad de contraste estándar**. **La sensibilidad al contraste, otra propiedad fundamental de la visión, es superior en los VGP expertos** En un estudio de seguimiento, los NVGP que jugaron videojuegos de acción mejoraron significativamente su sensibilidad al contraste, mientras que los NVGP que se entrenaron en el videojuego sin acción (Los Sims 2) no mostraron ninguna mejora.

Además de una mayor calidad de visión, **la experiencia en videojuegos también se asocia con campos visuales centrales y periféricos más grandes**, determinados mediante la perimetría cinética Goldmann (Buckley et al., 2010).

Sungur y Boduroglu (2012): investigaron los **efectos de la experiencia de los videojuegos en la resolución de representaciones visuales**. Los VGP expertos cometieron una mayor proporción de errores de pequeña magnitud (es decir, unos pocos grados en la rueda de colores o elementos adyacentes en el UFOV) que los NVGP, mientras que los NVGP cometieron una mayor proporción de errores de alta magnitud (es decir, conjeturas) que los VGP expertos. Los autores argumentaron que esto mostró que **la información visual fue almacenada en una resolución más alta por expertos en VGP.** Es posible, por supuesto, que la mayor proporción de "conjeturas" realizadas por los NVGP puedan reflejar fallas en la detección de objetivos en lugar de representaciones de menor resolución.

Green et al. (2010): proporcionaron pruebas convincentes de que **los VGP hacen un uso más eficiente de la evidencia sensorial al emitir juicios**. **Los VGP acumularon e integraron la información sensorial visual a un ritmo más rápido que los NVGP**, **lo que permite hacer inferencias más rápidas**, particularmente con una coherencia más baja.

## 9. Los videojuegos como intervención cognitiva

Los videojuegos se utilizaron por primera vez como una intervención para detener el deterioro cognitivo en adultos mayores a mediados de la década de 1980. Los primeros resultados mostraron ser prometedores, con un **mejor rendimiento de los adultos mayores en una variedad de medidas cognitivas** (por ejemplo, WAIS-R de Sternberg), luego del juego de videojuegos (por ejemplo, Drew y Waters, 1986; Clark et al., 1987; Dustman et al., 1992; Goldstein et al., 1997). Sin embargo, estos estudios no pudieron incluir una condición de control adecuada (si se incluyó alguna), lo que limitó la interpretación.

Basak et al. (2008): probaron el impacto de jugar el videojuego de acción Rise of Nations en adultos mayores. A diferencia de los juegos de acción típicos probados en la literatura de videojuegos, Rise of Nations es un juego de estrategia en tiempo real. Los jugadores controlan la economía de una nación, el desarrollo militar, tecnológico y las relaciones diplomáticas con las sociedades vecinas. El éxito se puede lograr mediante el dominio militar, el dominio cultural o la construcción de una maravilla del mundo. Los **adultos mayores en el grupo de videojuegos mostraron mejoras significativas en la memoria de trabajo, razonamiento abstracto, inhibición del distractor, rendimiento de la rotación mental y una reducción significativa en los costos de cambio de tareas en relación con los adultos mayores que no jugaron**. Desafortunadamente, al igual que los estudios anteriores basados en la intervención, la condición de control inadecuada significa que las mejoras significativas pueden haber resultado de una mayor estimulación cognitiva.

## 10. Neuroimagen y videojuegos

La evidencia de **los estudios que involucran capacitación en videojuegos sugiere que el juego de videojuegos, incluso por un corto período de tiempo, puede mejorar una gran cantidad de habilidades cognitivas que duran al menos 4 meses** (por ejemplo, Li et al., 2010).

Haier y col. (1992): realizaron el estudio pionero de neuroimagen del juego de videojuegos. Los **participantes que se sometieron al entrenamiento de videojuegos mostraron una disminución significativa en el metabolismo de la glucosa en todo el cerebro**. Haier y sus colegas sugieren que la disminución en el metabolismo de la glucosa puede reflejar una utilización más eficiente de los circuitos neuronales provocada por el aprendizaje y el dominio de las tareas.

Granek y col. (2010) utilizaron fMRI relacionada con eventos para **investigar el efecto de la experiencia en videojuegos sobre la actividad cortical durante la preparación de movimientos guiados visualmente**. Los VGP y NVGP expertos parecían mostrar disociación en las ponderaciones de activación en esta red, y **los VGP mostraban una mayor activación prefrontal y las NVGP mostraban una mayor activación parietal**. Los autores sugieren que estas diferencias pueden reflejar diferencias en la familiaridad de los VGP y NVGP expertos con las nuevas tareas visomotoras.Se requiere un futuro estudio de entrenamiento para mos-

trar que estos patrones de respuesta hemodinámica a la preparación motora son el resultado del juego de videojuegos y no una característica preexistente de los VGP expertos.

Bavelier y col. (2012): compararon la activación de VGP y NVGP expertos en la red de atención frontoparietal y el área sensible al movimiento (MT / MTS) durante una tarea de búsqueda visual con distractore**s.Los NVGP, a diferencia de los VGP expertos, mostraron un aumento significativo en la activación de la red de atención frontoparietal en respuesta al aumento de la carga de búsqueda visual.** Bavelier y sus colegas sugirieron que la utilización muy reducida de esta red **en VGP expertos puede reflejar un menor uso de recursos atencionales con mayores cargas de tareas en contraste con los NVGP**. De acuerdo con investigaciones anteriores (Chisholm et al., 2010; Mishra et al., 2011), **este hallazgo sugiere que los VGP son más eficientes para suprimir o ignorar los estímulos irrelevantes.**

Aunque no hay mucha investigación al respecto, los **estudios con neuroimagen** sobre las VGP expertos se ha centrado en los correlatos funcionales del rendimiento cognitivo mejorado. Las evidencia en la literatura más amplia sobre neuroimagen indica que la práctica y la experiencia pueden inducir no solo cambios funcionales sino estructurales a la organización neuronal. Por ejemplo, se ha demostrado que la repetición de ejercicios simples con los dedos conduce a una mayor representación cortical de los dedos (Pascual-Leone et al., 1995). También se ha demostrado que la experiencia se acompaña de cambios estructurales en las regiones y vías cerebrales asociadas con esa experiencia (por ejemplo, taxistas, Maguire et al., 2000; personas bilingües, Mechelli et al., 2004). Los músicos expertos han proporcionado un modelo para la investigación de la **neuroplasticidad** y ahora hay evidencia considerable de que los cerebros de los músicos adultos difieren de los de los no músicos tanto funcional como anatómicamente (Jäncke, 2009; Oechslin et al., 2010; Wan y Schlaug, 2010). La investigación futura de neuroimagen en VGP también debería investigar los cambios estructurales que pueden acompañar la experiencia o el entrenamiento de los videojuegos, así como abordar la cuestión de si el entrenamiento extenso puede dar forma a la representación neuronal de los procesos cognitivos más allá de las habilidades específicas entrenadas.

No todos los hallazgos en la literatura de videojuegos han sido consistentes o exitosos: Boot y col. (2011) **han argumentado que hay una variedad de limitaciones metodológicas dentro de la literatura sobre videojuegos, muchas de las cuales se han destacado a lo largo de la revisión actual**. Específicamente, enumeran el uso de métodos de reclutamiento no especificados o abiertos, que argumentan que pueden cebar el estereotipo VGP y los efectos de expectativa en los participantes de VGP; la incapacidad de inferir efectos direccionales de diseños de investigación de sección transversal; la similitud entre la tarea experimental (tarea de generalización) y la experiencia de los videojuegos y la posibilidad de efectos placebo en los estudios de entrenamiento.

En cuanto a si los videojuegos pueden ser **predictores del aumento de tendencias violentas o agresivas** entre los jóvenes, un **metaanálisis** realizado en 2015 que examinaba 101 estudios sobre el tema se descubrió que los videojuegos violentos tenían poco impacto en la agresión, el estado de ánimo, el comportamiento de ayuda o las calificaciones de los niños.

Otro **estudio** de 2016, sin embargo, puso de manifiesto que los jugadores y no jugadores de videojuegos violentos difieren en el reconocimiento de emociones faciales.

Jugar a videojuegos violentos se ha asociado con efectos positivos y negativos sobre la cognición. Los autores investigaron si jugar dos o más horas de videojuegos violentos al día, en comparación con no jugar videojuegos, estaba asociado con un patrón diferente de reconocimiento de cinco emociones faciales, mientras se controlaban las diferencias perceptivas y cognitivas generales que también podrían ocurrir. Los estudiantes de pregrado fueron categorizados como jugadores de videojuegos violentos o no jugadores y completaron una tarea de reconocimiento facial, que consistía en una condición de reconocimiento de emociones y una condición de control de reconocimiento de género. Además,los participantes completaron cuestionarios evaluando su consumo de videojuegos, agresión y estado de ánimo. Los jugadores de videojuegos violentos reconocieron rostros temerosos con mayor precisión y rapidez y rostros disgustados con menos precisión que los no jugadores. La desensibilización a la violencia, la exposición constante al miedo y la ansiedad durante el juego, y la habituación a estímulos desagradables, son posibles mecanismos que podrían explicar estos resultados. La investigación futura debería evaluar los efectos de los videojuegos violentos en el procesamiento de emociones y la cognición social de manera más amplia.

Actualmente en España se está realizando el **proyecto Brain-Gamer**, una iniciativa conjunta entre la UNIR, la Universidad de Málaga y la Universidad de Roma La Sapienza, y que está coordinado coordinado por Manuel Jiménez y Manuel F. Navas. Este proyecto tiene como finalidad comparar lo que ocurre en el cerebro de una deportista de élite con el de un "gamer" profesional. Los "gamer" son jugadores profesionales que participan en competiciones de videojuegos a nivel mundial. Son sometidos a entrenamientos que incluyen ejercicio físico, control nutricional, medición de niveles hormonales,( la "huella hormonal" que según **Manuel Jiménez** deja el entrenamiento y el juego en estos jugadores) medición de procesos cognitivos como la atención, la memoria de trabajo, la toma de decisiones.... Entre las hormonas destacan la **testosterona y el cortisol**. La primera., la hormona "eminentemente" masculina, aumenta con el nivel de competitividad; la segunda, la hormona del estrés, prepara al cuerpo para la "acción". Los e-sports producen producen en los jugadores, respuestas similares a las que se producen en otros deportes de competición.

En cuanto a las **funciones ejecutivas**, se midió mediante un electroencefalógrafo, las respuestas de los jugadores en cada fase del juego, midiendo la actividad de la corteza pre-frontal en cada fase (toma de decisiones, atención ejecutiva..)

En este momento todavía se están analizando los datos de cada jugador, y sin duda, los resultados aportarán mucha información acerca de cómo funciona el cerebro de un "gamer" profesional. (11)

# 4. LA GAMIFICACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS NEUROCIENCIAS

**Jugar** es un acto humano, presente en todos las culturas y en algunos animales. El juego nos enseña habilidades que podemos practicar y aplicar a nuestra vida personal, y sobre todo nos enseña los principios de la **motivación humana.**

En el monográfico de la RIED sobre juegos digitales y gamificación aplicados al ámbito de la educación, Ruth Contreras plantea que los juegos ayudan a experimentar con nuevas identidades, a explorar opciones y consecuencias, y a probar nuestros propios límites. Mediante los juegos es posible el desarrollo de habilidades sociales, la motivación hacia el aprendizaje, una mejora en la atención, la concentración, el pensamiento complejo y la planificación estratégica.Incluso ayudan a interiorizar conocimientos multidisciplinares, favorecer un pensamiento lógico y crítico y a mejorar habilidades que ayudan a resolver diversos problemas, desarrollar habilidades cognitivas y a la toma de decisiones técnicas. (15)

Ya bien sea bajo el concepto de **Juegos Serios o Formativos** (Serious Games) , **Aprendizaje Basado en Juegos**, (ABJ) o **Ludificación o Gamificación** (Gamification), lo que es incuestionable es el poder del juego como **herramienta para el aprendizaje** e incluso como planteó Johan Huizinga en "Homo Ludens": su **función social**.

A lo largo del tiempo las diferentes **teorías filosóficas y psicológicas** han considerado la importancia del juego en el desarrollo humano. **Platón** fue de los primeros filósofos en hablar del juego, considerándolo muy relacionado con el arte, ya que ambas son formas de representar la realidad. Para él , el juego era un instrumento para preparar a los niños para la vida adulta. **Aristóteles** recomendaba el juego desde el punto de vista "medicinal", ya que compensaba la fatiga producida por el trabajo.

Desde la **Teoría del Juego como Anticipación Funcional** de Karl Groos, quien fue el primero en constatar el papel del juego como fenómeno de desarrollo del pensamiento y de la actividad, y como preparación para la vida adulta, pasando por **Vigotsky** para quien el **juego surge como necesidad de reproducir el contacto con lo demás** (fenómeno de tipo social que ocurre en otras especies también), hasta llegar a **Jean Piaget**, para quien el juego **forma parte de la inteligencia del niño**, porque representa la asimilación de la realidad según cada etapa evolutiva del individuo**.**

A continuación se hace un análisis de los factores cerebrales que intervienen en el juego, tanto en videojuegos como en programas y proyectos gamificados.

## A) MOTIVACIÓN Y DOPAMINA

¿Por qué generan tanto interés y motivación los videojuegos? Porque son **juegos** que conducen a los jugadores a su **nivel de desafío alcanzable** y recompensan el esfuerzo y la práctica del jugador con el reconocimiento del progreso hacia la meta, no solo con la obtención del producto final.

El cerebro humano, al igual que el de la mayoría de los mamíferos, tiene respuestas fisiológicas programadas que tuvieron un valor de supervivencia en algún momento de la evolución.. El **sistema de recompensa de dopamina** es impulsado por el reconocimiento del cerebro de hacer una predicción, elección o respuesta conductual exitosa.

La **dopamina** es un neurotransmisor que, cuando se libera en cantidades superiores a las habituales, va más allá de la sinapsis y fluye a otras regiones del cerebro produciendo una poderosa respuesta de placer. Después de hacer una predicción, elección o acción, y recibir retroalimentación de que era correcta, la recompensa de la liberación de dopamina hace que el cerebro busque oportunidades futuras para repetir la acción.

El **sistema de recompensa de dopamina** solo se activa y está disponible para promover, mantener o repetir algún esfuerzo mental o físico cuando el resultado no está asegurado. Si no hay riesgo, no hay recompensa. Si no hay ningún desafío, no se activa la red de recompensa de dopamina.

**Paul Howard-Jones** ha demostrado que el cuerpo estriado (región del sistema de recompensa cerebral en la que se libera dopamina) se activa en proporción a la magnitud de la recompensa (Howard-Jones et al., 2016). Esta mejora a nivel motivacional está asociada al aprendizaje, porque también se ha comprobado que **el grado de activación del cuerpo estriado puede predecir la formación de la memoria declarativa** (o explícita), aquella que prevalece en el aula (Howard-Jones, 2011). Y junto a la mayor activación de regiones clave del sistema de recompensa cerebral en entornos más gamificados que inciden en la motivación y el aprendizaje, Howard-Jones también ha identificado en su investigación más reciente una desactivación de la llamada **red neuronal por defecto**. Esta red es la que se activa cuando dejamos vagar la mente y no fijamos la atención. (17)

En un **videojuego secuencial de varios niveles**, la retroalimentación del progreso a menudo es continua, como la acumulación de puntos, fichas visuales o efectos de sonido de celebración, pero la verdadera sacudida de la recompensa de dopamina es en respuesta al jugador que logra el desafío, la solución, la secuencia, etc…,necesario para avanzar al siguiente y más desafiante nivel del juego. Cuando el cerebro recibe esa retroalimentación de que se ha logrado este progreso, **refuerza las redes utilizadas para tener éxito**. A través de un sistema de retroalimentación, ése circuito neuronal se vuelve más fuerte y más duradero. Se refuerza la memoria de la respuesta mental o física utilizada para lograr la recompensa de la dopamina.

Aunque parezca una contradicción, el trabajo más duro es pues, una recompensa por tener éxito en un problema de tarea, examen o habilidad física a la que dedicamos una considerable energía física o mental. Sin embargo, eso es justo lo que busca el cerebro que juega a videojuegos después de experimentar el placer de alcanzar un nivel superior en el juego. La **motivación para perseverar** es que el cerebro busca otra oleada de dopamina, el combustible de la **motivación intrínseca.** (17)

En este sentido,cabe aquí la relación con la **Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan (2002),** la cual afirma que hay que dar un enfoque diferente a la motivación, teniendo en cuenta lo que motiva a una persona en un momento dado en lugar de ver la motivación como un concepto unitario. Los autores explican la motivación que hay detrás de las decisiones de las personas, más allá de las influencias externas, identificando tres necesidades innatas que, si están satisfechas, permiten el funcionamiento óptimo y el crecimiento:

1. **Competencia:** Busca controlar el resultado y el dominio de la experiencia
2. **Relación:** Tendencia a interactuar, estar conectado y experimentar el cuidado de los demás
3. **Autonomía:** Desear ser agentes causales de la propia vida y actuar en armonía con el yo integrado de uno. (18)

Estas **tres necesidades aparecen claramente cubiertas en un entorno de videojuegos**, donde los jugadores buscan adquirir cada vez más dominio del juego, interactúan y juegan en equipos en línea con otros jugadores y tienen que tomar decisiones continuamente de manera autónoma para poder avanzar en el juego.

Además, en un mundo interconectado, con acceso a gran cantidad de información y formación, con la posibilidad de autoaprendizaje que todo esto genera, tienen más sentido estas **teorías de la motivación centradas en la "responsabilidad"** del individuo, porque no hay mejor manera de extinguir un comportamiento creativo y/o auténtico que controlarlo desde un locus exterior, ya sea mediante un castigo o mediante una recompensa.

El nivel de **desafío individualizado alcanzable** es aquel en el que una tarea, acción u opción no es tan fácil como para ser esencialmente automática o 100% exitosa. Cuando ese es el caso, el cerebro no está alerta para recibir retroalimentación y no hay activación del sistema de respuesta de recompensa de dopamina. La tarea tampoco debe ser percibida como tan difícil que no hay posibilidad de éxito. Solo cuando el cerebro percibe una posibilidad razonable de éxito para lograr un objetivo deseable, invierte la energía y activa el circuito de recompensa de dopamina.

La resonancia magnética funcional y los estudios cognitivos revelan que el cerebro "evalúa" la probabilidad de esfuerzo que resulta en éxito antes de gastar el esfuerzo cognitivo en resolver problemas mentales. Si el desafío parece demasiado alto, o los estudiantes tienen una **mentalidad fija** relacionada con fallos pasados, si evalúan que no tendrán éxito en un tema o temas, es probable que el cerebro no haga el esfuerzo necesario para lograr el desafío.

El cerebro opera para conservar sus recursos a menos que el costo de energía sea bajo o la expectativa de recompensa sea alta. En el aula, ese es el nivel ideal **de desafío educativo para la motivación del estudiante.** (17)

## B) FUNCIONES EJECUTIVAS

A partir de con el concepto **"Gamificación"**, que se puede definir como el conjunto de mecánicas, dinámicas y técnicas que provenientes del ámbito del diseño de juegos (videojuegos) se pueden aplicar en otros ámbitos no lúdicos, como la mercadotecnia o la educación o formación de personas.

El término Gamificación fue acuñado por Nick Pelling en el año 2002, pero hasta 2010 no empezó a ganar popularidad, al orientarse claramente hacia aspectos relacionados con la incorporación de técnicas de juego, principalmente **recompensas en entornos digitales**.

Rodríguez y Santiago (2015) comentan 10 aspectos pedagógicos que hay detrás de la **necesaria fusión del juego con el aprendizaje**. Son los siguientes: (19)

1. Motivación.
2. Centrado en el alumno.
3. Personalización.
4. Aumenta el aprendizaje.
5. Contextualiza.
6. Mayor riqueza multimedia.
7. Fallar sin riesgo.
8. Feedback inmediato.
9. Genera mucha práctica y refuerzo.
10. Fomenta mucho la colaboración.

Como ya se ha enunciado anteriormente (experimento de Howard-Jones), en el cerebro de personas realizando actividades en un entorno "Gamificado" se producen **cambios como la activación del circuito estriado, región subcortical del cerebro que forma parte del sistema de recompensa cerebral.**

Pero "Gamificar" no consiste únicamente en activar este circuito, en crear y dar recompensas, que podría identificarse más bien con una pedagogía conductista que con una pedagogía creativa. El objetivo de la gamificación es lograr **motivación** íntrinseca hacia el aprendizaje, y como dice **Fernández Galera**: "eso conlleva el uso adecuado de las emociones en el aula". (20)

Pero no sólo de las emociones. La corteza pre-frontal necesita dopamina para un correcto funcionamiento. Según **Adele Diamond**, "es la gasolina del cerebro". Las **funciones ejecutivas** que dependen de nuestro córtex pre-frontal y otras áreas cerebrales conectadas a éste son: **control inhibitorio, atención focalizada, flexibilidad cognitiva, autocontrol, memoria de trabajo, resolución de problemas, planificación, toma de decisiones**.

Estas funciones ejecutivas no maduran totalmente hasta los 20 años de edad aproximadamente. Por lo que en la etapa infantil y adolescente existen, pero su desarrollo está llevándose a cabo y puede ser entrenado para una mejora en futuro. Según **Diamond** (2016) **las FE se entrenan enfrentándonos a situaciones que supongan un desafío**, aunque su transferencia es escasa, ya que sólo se transfieren a contextos que requieren las mismas habilidades, y sólo se mejoran de una en una, no hay un entrenamiento "general" para las funciones ejecutivas. Las mejoras logradas por la práctica "computerizada" no tienen durabilidad. Entonces, ¿cómo se pueden entrenar de mejor manera? Según la profesora, el mejor predictor es el estado anímico. Un estado anímico y emocional positivo, un soporte social adecuado aumentan funciones como la creatividad y la flexibilidad, así como estados depresivos, de tristeza o estados de estrés afectan al funcionamiento de las funciones ejcutivas. El cortisol, la hormona del estrés, por ejemplo, interrumpe la conexión entre el córtex y otras áreas del cerebro. (21)

Por tanto, una buena gamificación, que siga el modelo de los videojuegos, donde el proceso de instrucción está bien definido y planificado en base al objetivo didáctico, con una evidencia visible para el alumno de su progreso, ayuda a éste a desarrollar el concepto de que **el esfuerzo hacia una meta es parte del progreso**.Esto,a su vez, desarrolla su capacidad para resistir el fuerte impulso de su joven cerebro por la gratificación inmediata (recompensa o privilegio) . A medida que los estudiantes usan modelos visibles para reconocer su progreso,entrenan la función ejecutiva del **comportamiento dirigido a la meta**.

Diferentes investigaciones apuntan que el uso regular de videojuegos permite mejorar habilidades como la atención visual y el control ejecutivo ( desempeño de tareas de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva) (Bavelier, 2012, Colzato, 2013), habilidades que a nivel teórico se relacionan con procesos psicológicos necesarios para la creatividad.

En este **estudio**, por ejemplo, se comparó y describió el desempeño de videojugadores expertos e inexpertos por medio de la realización de tareas de creatividad, control ejecutivo y funciones ejecutivas. La conclusión fue que la **experiencia con videojuegos puede estar relacionada con el incremento en habilidades para disminuir el efecto de la distracción en tareas tipo Flanker y también podría incrementar la memoria de trabajo**.(22)

Según Judy Willis, **los buenos juegos** brindan a los jugadores oportunidades para experimentar **recompensas intrínsecas a intervalos frecuentes**, cuando aplican el esfuerzo y practican las habilidades específicas que necesitan para pasar al siguiente nivel. Los juegos no requieren el dominio de todas las tareas y la finalización de todo el juego antes de dar al cerebro la retroalimentación de los aumentos de satisfacción de la dopamina. La liberación de dopamina se produce cada vez que el juego o sistema de aprendizaje o el profesor, proporciona comentarios de que las acciones o respuestas del jugador son correctas. El jugador gana puntos o fichas por un pequeño progreso incremental y, en última instancia, la poderosa **retroalimentación** del éxito de avanzar al siguiente nivel. Esto es cuando los jugadores buscan "trabajo más duro". Para mantener el placer de la satisfacción intrínseca, el cerebro necesita un mayor nivel de desafío, porque mantenerse en un nivel una vez que se logra el dominio no libera la dopamina. (17)

Volviendo con las aportaciones de A. Diamond, las actividades que mejor entrenan las funciones ejecutivas en los niños son: la narración de historias, el baile, el arte, la música y el juego. Toda actividad que conlleve la conjunción de estos tres factores: **relaciones sociales, ejercicio y pasión** está poniendo en marcha y entrenando las FE.

Otras actividades gamificadas como los **BreakOutedu o Escape Room** educativos aúnan claramente esas premisas que nos indica la profesora Diamond. Según J. Fernández Galera (2018) un **Escape Room** es una actividad que consiste en crear un sala de escape en la que un grupo de personas deben estar durante un tiempo determinado hasta resolver un enigma o problema a través de un conjunto de pistas. De esta manera, se activan una serie de mecanismos cognitivos que potencian las capacidades de los jugadores. El juego tiene una historia o narrativa, que tiene que ver en cómo se contextualiza la sala de escape.El objetivo es salir de la sala y para ello los jugadores deberán usar todas sus **capacidades intelectuales, creativas y de razonamiento deductivo**. Realmente, puede hacerse de manera virtual, por lo que se puede incorporar en la educación como una herramienta para desarrollar las **habilidades cooperativas, cognitivas, deductivas y de razonamiento lógico de los alumnos**. (23)

## 5. REALIDAD VIRTUAL Y APRENDIZAJE INMERSIVO

Atendiendo a la definición enciclopédica la **realidad virtual** (**RV**) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un **entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en é**l. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual que puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

Esta tecnología, que surgió a mediados del siglo XX, se utiliza en diversos ámbitos, siendo el más conocido el sector de los videojuegos. pero otros campos donde se está aplicando y desarrollando son la medicina, la educación, el deporte, la industria , el arte o el sector de la aeronáutica.

La Realidad Virtual da la posibilidad de “viajar” sin moverse de clase a cualquier época y a cualquier lugar del mundo, incluso al interior del cuerpo humano, haciendo que la enseñanza se enriquezca.Gracias a la Realidad Virtual, se pueden trabajar los valores de forma muy positiva, como por ejemplo, la empatía (cuando los alumnos puedan identificarse y sentirse afines a otros grupos sociales) y las habilidades sociales y de comunicación en niños con NEE o sin ellas.

La realidad virtual no es la única herramienta que ofrece un mundo completamente artificial para crear una experiencia inmersiva. Destacan la **realidad híbrida (RH)** y la **realidad aumentada (RA)** que han sido capaces de vincular el mundo artificial y el real. La RV híbrida se reconoce como realidad aumentada cuando incorpora objetos gráficos virtuales en una escena

real tridimensional, o como virtualidad aumentada cuando incluye elementos del mundo real en un entorno virtual. La investigación y aplicación de la RV/RH en educación enriquecen la forma de enseñar y aprender dentro de la actual estrategia educativa. Con base en sus técnicas, el proceso de aprendizaje sería: estudiantes de historia aprendiendo sobre la Grecia Antigua, a la par que caminan por sus calles, visitan sus edificios e interactúan con su gente; o estudiantes de biología aprendiendo sobre anatomía y fisiología con travesías dentro del cuerpo humano.(24)

Pero ¿Qué habilidades mejora y qué cambios produce en nuestro cerebro? ¿Puede el cerebro distinguir entre la situación simulada y la real?

Según **Betsy Eble**, diseñadora de experiencias de RV en Lenovo, suceden muchas cosas en nuestros cerebro a medida que interactúa con el mundo que lo rodea: cosas como acceder a viejos recuerdos y almacenar simultáneamente otros nuevos, y responder a la información sensorial basada en una comprensión primaria de causa y efecto. La realidad virtual aprovecha lo que el cerebro cree que debería estar viendo, y lo empuja a llenar esos vacíos sensoriales.

La mayoría de los estudios realizados hasta la fecha sobre los **efectos de la RV en el cerebro**, se han centrado en el campo de la clínica, ya que se usa en el tratamiento de trastornos de la alimentación, ansiedad y fobias y trastornos mentales de diversa índole, con buenos resultados. En una revisión de todos los estudios publicados en los últimos 20 años sobre RV en el uso clínico se llega a la conclusión de que la RV es efectiva porque comparte con el cerebro el mismo mecanismo básico: simulaciones del mundo incorporadas a nuestro cuerpo.(25)

Según la neurociencia, para regular y controlar el cuerpo en el mundo de manera efectiva, el **cerebro crea una simulación encarnada del cuerpo en el mundo que se utiliza para representar y predecir acciones, conceptos y emociones**. Específicamente, se usa para predecir:

(a) los próximos eventos sensoriales tanto dentro como fuera del cuerpo, y

(b) la mejor acción para tratar los eventos sensoriales inminentes.

La realidad virtual puede engañar a los mecanismos de codificación predictiva utilizados por el cerebro, generando la sensación de presencia en un cuerpo virtual y en el espacio digital alrededor de él.

En el ámbito educativo se habla de **Aprendizaje Inmersivo o Educación Inmersiva** para hacer referencia a un tipo de aprendizaje que utiliza la RV, la Realidad Aumentada (RA), la Realidad Híbrida y los videos 360º para que los aprendices puedan interactuar con los contenidos que deben aprender.

Todo ello con el fin de estimular todos los sentidos y llevar al alumnado a vivir una experiencia en otro nivel, despertando su **curiosidad, motivación, implicación y creatividad**, favoreciendo de esta forma la comprensión y asimilación de contenidos de forma natural.

Para Francisco Mora (2019) la **curiosidad despierta la atención**. Nada se puede aprender sin una atención despierta, sostenida, consciente. Y nada despierta más la atención que aquello que se hace **diferente y curioso.** Y sobre todo, aquello que se puede **sentir**.

El **aprendizaje inmersivo** es la representación máxima del "Learning by Doing", ya que sumerge a los alumnos en el escenario sobre el que están aprendiendo al mismo tiempo que le permite una interacción con él, lo que propicia la asimilación de forma más natural de determinados conceptos y procesos de aprendizaje.

¿Por qué este sistema de aprendizaje está demostrando ser tan poderoso?

Según el psicólogo cognitivo Todd Maddox porque estos enfoque basados en la tecnología inmersiva involucran ampliamente a los centros de aprendizaje experimental, cognitivo, conductual y emocional en el cerebro en una perfecto sincronía.

El cerebro humano se compone de al menos **cuatro sistemas de aprendizaje distintos** (cognitivo, experimental, emocional y conductual).El **sistema de aprendizaje experimental** ha evolucionado para representar los aspectos sensoriales de una experiencia, ya sea visual, auditiva, táctil u olfativa. Cada experiencia es única, agrega un contexto rico al aprendizaje y es inmersiva. Las regiones críticas del cerebro asociadas con el aprendizaje experimental son los lóbulos occipitales (vista), los lóbulos temporales (sonido) y los lóbulos parietales (tacto / olfato).

El **sistema de procesamiento cognitivo** trabaja en términos de capacidad (memoria de trabajo) y energía (atención ejecutiva), trabaja con información que debe procesar.El procesamiento de la información se logra mediante el sistema de aprendizaje de habilidades cognitivas en el cerebro. Este sistema procesa y almacena conocimiento y hechos utilizando la memoria de trabajo y abarca la corteza prefrontal y los lóbulos temporales mediales.

El **sistema conductual** en el cerebro ha evolucionado para aprender habilidades motoras. La estructura cerebral crítica para el aprendizaje conductual es el cuerpo estriado, y el procesamiento en el cuerpo estriado se optimiza cuando el comportamiento es interactivo y se sigue en tiempo real (literalmente en milisegundos) por retroalimentación correctiva. Este sistema vincula contextos experimentales ricos (representados por el sistema de aprendizaje experimental) y emociones con las respuestas conductuales apropiadas.

El **sistema de aprendizaje emocional** proporciona el compromiso y la motivación para el aprendizaje, pero también representa el estrés y la ansiedad cuando están presentes. El aprendizaje emocional también es fundamental para el desarrollo de habilidades interpersonales. Las regiones críticas del cerebro son la amígdala y otras estructuras límbicas. El aprendizaje emocional, cuando se combina con experiencias ricas en contexto, construye repertorios ricos de comprensión y comportamiento interpersonales, y la capacidad de hacer lo correcto en cada situación.

De todos estos sistemas, el **sistema cognitivo es el último en madurar**, y se desarrolla de manera más lenta que los otros sistemas, no estando totalmente desarrollado hasta los veinte años aproxidamente (lo que coincide también con la evolución filogenética de nuestro cerebro como especie).

Por tanto, las tecnologías de aprendizaje inmersivo lo que hacen es repartir la carga del aprendizaje para que el alumno no tenga que depender exclusivamente del sistema cognitivo, y enriquecerlo con experiencias.

Las formas en que la tecnología inmersiva puede complementar los contenidos del aprendizaje tradicional son muchas, y las ventajas para los niños, cuyo sistema de aprendizaje de habilidades cognitivas no está completamente desarrollado, son claras. Otros aspectos de la educación y el desarrollo infantil, como el desarrollo social, podrían ser aún más importantes, y el trabajo con alumnos con necesidades educativas especiales verse claramente beneficiado. (26)

En España, Miguel Ujeda (2019) ha creado un proyecto llamado **Aprendizaje Flexible con Realidad Virtual**, que tiene como finalidad usar la realidad virtual como tecnología inclusiva para mejorar el aprendizaje social del alumnado, en especial de los **alumnos con necesidades educativas especiales.**

Los objetivos de Ujeda son validar la suposición de que la RV permite entrenar a los alumnos en situaciones sociales y anticipar mejor dichas situaciones para que los alumnos adapten sus conductas y reduzcan la ansiedad ante lo nuevo.

¿Qué es lo que realmente aporta la Realidad Virtual en el contexto educativo? Según la experiencia de Ujeda los aprendizajes requieren de un contexto que idealmente debe basarse en la experiencia. La realidad virtual ayuda a generar experiencias para despertar la curiosidad y las preguntas que se convierten en motor de los aprendizajes.

El problema es que esto no ha llegado a las aulas porque, entre otras cosas, suelen ser aplicaciones muy específicas y con tecnología no asumible en un contexto educativo, pero la buena noticia es que que hay tecnología accesible y escalable que nos puede ayudar a entrenar sobre el contexto real de los niños proporcionando a los educadores una herramienta inclusiva. (27)

## 6. REDES SOCIALES, EMOCIONES, EMPATÍA Y "COMPARTIR"

Vivimos en una sociedad hiperconectada, y además, el ser humano es un ser eminentemente social. Pocas personas no están actualmente presentes en las redes sociales digitales, incluso lo más mayores lo están. ¿Por qué este interés y afán de interconexión digital? Según **Dolors Reig** "estamos en las redes sociales porque son nuevas formas, optimizadas, mejoradas, diversificadas, de un estar juntos que nos es natural."

Dolors Reig, en su libro "Socionomía, ¿vas a perderte la revolución social?", habla de la **hipótesis del cerebro social, de Dunbar,** según la cual existe una correlación entre el tamaño del cerebro (concretamente del neocórtex, que nos indica nuestra capacidad de procesamiento de la información) y el número de relaciones sociales que podemos establecer, así como que la interacción social modifica nuestro cerebro. (28)

La sociabilidad se localiza en el ser humano en varias zonas del córtex prefrontal. Así mismo, con técnicas de neuroimagen se ha podido comprobar que el tamaño de la amígdala varía en primates y en humanos dependiendo del número de relaciones o de la complejidad de las redes sociales de las que formamos parte.

El descubrimiento por **Rizzolati** y su equipo de investigadores de las llamadas " neuronas espejo", que se activan de igual manera cuando realizamos una acción que cuando vemos a otro realizarla, supuso una sorpresa en el campo de estudio de la conducta social. **Ramachandran**, neurobiólogo que también estudió este tema, llamó a estas neuronas, "neuronas de la empatía", y para él, su descubrimiento supone un avance en psicología tal como el del ADN en biología. Además de ser fuente explicativa de enfermedades como el autismo o los déficits de lenguaje, las neuronas espejo ponen de manifiesto la tendencia natural del ser humano a la sociabilidad.

Cada vez más estudios y nuevos descubrimientos sobre la evolución humana van dando más evidencias científicas acerca de que no estamos biológicamente predispuestos al enfrentamiento y al egoísmo, sino que para todo lo contrario: la intimidad y la sociabilidad.

Entonces, si las redes sociales o la e-conexión, como la llama Reig, potencian nuestra tendencia a ser sociales y a compartir, ¿lo hacen en igual medida que lo hacen nuestras relaciones "no virtuales"? (28)

Los estudios de **Paul Zak**, conocidos por sus diferentes formas de medir los niveles de oxitocina, la conocida como "hormona del abrazo", intentan demostrar que la oxitocina no es sólo la hormona del vínculo materno-filial, sino que también nos hace ser solidarios y generosos con los demás en cualquier momento de nuestras vidas, tanto a hombres como a mujeres. Lo interesante de estos estudios que realizó Zak en cuanto al mundo virtual, es que las redes sociales disparan los niveles de oxitocina de la misma manera que lo hacen en el mundo físico. Paul Zak concluye que el cerebro interpreta las interacciones a través de "likes" , comentarios y "retweets", de la misma manera que la interacción directa. (29)

Otros autores como **Christakis y Fowler** también corroboran este aspecto de que el cerebro procesa del mismo modo la e-conexión, que la conexión física con otra persona.

Desde la aparición de las primeras redes sociales virtuales en 1997 se han elaborado estudios acerca de si hay alguna diferencia entre las relaciones físicas y las virtuales. Christakis y Fowler analizaron las relaciones de amistad en Facebook de todos los usuarios de una Universidad, y descubrieron que **las relaciones virtuales eran muy similares a las relaciones**

**reales**. Según los autores, "las redes sociales virtuales no parecen aumentar el número de personas con las que de verdad mantenemos una relación estrecha, y tampoco mejora de manera esencial nuestra relación con nuestros grupos centrales. Todavía estamos gobernados por nuestras tendencias y capacidades en tanto primates. Sin embargo, las redes sociales virtuales si ofrecen nuevas oportunidades." (30)

A partir de este punto, en el que podemos afirmar que las redes sociales virtuales facilitan y potencian la tendencia humana a la sociabilidad, es pertinente hacerse la pregunta de si también contribuyen a otra característica humana imprescindible, según el planteamiento evolucionista, para nuestra supervivencia como especie: la **cooperación**.

El psicológo evolutivo **Michael Tomasello** en su libro *Why we cooperate?* pone de manifiesto a través de sus investigaciones, que el comportamiento altruista y cooperativo tiene lugar en el ser humano de una manera mucho más elevada que en otros primates superiores, y que los niños, desde muy pequeños son altruistas por naturaleza. (31)

Otros estudios, como el de **Schmidt y Sommerville** (2011) así lo pone de manifiesto: los bebés de 15 meses son sensibles a la justicia y pueden participar en el intercambio altruista. (32)

Entonces, puesto que somos **cooperativos y altruistas por naturaleza**, ¿qué papel tienen las relaciones virtuales a través de las redes sociales en nuestra capacidad de cooperar y de compartir con los demás?

El altruismo de lo que "vemos" es una capacidad que compartimos con otras especies, pero el altruismo de lo que "no vemos" es único de los seres humanos (**Facundo Manes, 2019**). Es decir, podemos ayudar a alguien que está a miles de kilómetros de nosotros, o compartir información y recursos con alguien a quien no conocemos "físicamente".

**Fowler y Christakis** en un estudio sobre comportamiento cooperativo muestran unos resultados que sugieren que el comportamiento cooperativo humano fluye abundantemente y de forma incremental en las redes sociales virtuales. (34)

El uso de Internet y de los medios de comunicación digital ha aumentado nuestra tendencia natural a cooperar y a compartir. Somos ahora mismo capaces tanto de consumir como de generar objetos y contenidos digitales, así como de compartirlos de forma altruista con los demás. Es lo que se ha denominado "**sharism**", término acuñado por **Isaac Mao** en el ensayo "Sharism: A Mind Revolution", donde hace una comparación entre el modelo de distribución abierta del intercambio de información en línea y las redes neurológicas del cerebro humano.

## 7. LOS PAISAJES DE APRENDIZAJE

En su libro "Viaje a la Escuela del siglo XXI", **Alfredo Hernando** hace un extenso recorrido por escuelas de todo el mundo durante varios años, estudiando sus metodologías y su forma de

trabajar, con el fin de descubrir y aprender las distintas formas de educar que existen en el siglo XXI. (35)

En la Northern Beaches Christian School de Sidney, Hernando descubre una forma de programación didáctica variada en actividades, logrando que los propios alumnos sean quienes las eligen y se mueven con autonomía guiados por el asesoramiento del profesor. Hernando plantea que "solo compartiendo la autonomía con los alumnos en el aula existe la posibilidad de rediseñar el contenido curricular, de acuerdo a patrones de graduación variados y lógicos para el grupo y la persona con la que trabajamos en cada momento." El **aula del siglo XXI** es un aula emocionante, donde el profesor es un diseñador de experiencias, y donde la enseñanza cede protagonismo al aprendizaje.

Las **características** que definen este **nuevo modelo de escuela** son:

- Programar contemplando una variedad tanto de métodos y actividades, como en las formas de presentar la información y de evaluar la representación de la comprensión de los alumnos.
- Integrar estrategias cognitivas definidas acerca de cómo aprender a aprender, animando a los alumnos a pensar sobre su propio pensamiento con objeto de crear una cultura más consciente y ejecutiva del aprendizaje.
- Integrar estrategias cooperativas entre alumnos que mejoren su motivación y rendimiento y que son claves para la sociedad del siglo XXI.
- Integrar el conflicto en sus distintas formas de asombro, enigma, reto, pregunta, diálogo o desafío, todos ellas dinamizadoras en la construcción activa del conocimiento y potenciales motivadores.
- Asegurar la autonomía del alumno en la toma de decisiones sobre su propio proceso, buscando cada vez, modos de lograr una mayor implicación autónoma en el descubrimiento y en la negociación de itinerarios de aprendizaje personal.
- Diseñar experiencias de aprendizaje donde el contenido del currículo se orienta siguiendo patrones graduales y estructurados, pero que no obedezcan exclusivamente al orden lógico de los contenidos en los documentos oficiales o en los materiales de consulta, sino que atiendan a la integración que resulta del ejercicio de materializar cada uno de estos principios con acciones concretas en la práctica.

Los profesores de **Northern Beaches Christian School** utilizaron un sistema de programación basado en la construcción de una tabla en la que cruzaron dos modelos clave. En el **eje horizontal**, dispusieron la variedad de actividades enfocadas desde la riqueza de las **inteligencias múltiples**, mientras que en el **eje vertical** colocaron las **estrategias cognitivas clasificadas en la taxonomía de Bloom**. Como resultado, obtuvieron una matriz de cuarenta y ocho casillas:

| | LINGÜÍSTICO-VERBAL | LÓGICO-MATEMÁTICA | INTERPERSONAL | INTRAPERSONAL | CORPORAL-CINESTÉSICA | MUSICAL | VISUAL-ESPACIAL | NATURALISTA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CREAR** Diseña / idea | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| **EVALUAR** Revisa / prueba | | | | ■ | | | | |
| **ANALIZAR** Organiza | | | | | | | | |
| **APLICAR** Usa / ejemplifica | | | ■ | | | | | |
| **COMPRENDER** Compara | | ■ | | ■ | | | | |
| **RECORDAR** Define, describe | ■ | | ■ | | | | | |

La inteligencia orienta el «estilo» de cada actividad, el uso de los materiales o la representación del aprendizaje, mientras que los verbos de Bloom dirigen el **objetivo** y, por tanto, enfatizan la evaluación y las estrategias cognitivas necesarias de un modo consciente.

En cada casilla que resulte de un cruce de categorías, las actividades se identifican por medio del siguiente esquema, que deberá presentarse a los alumnos con todo el contenido necesario:

- Título.
- Localización del cruce resultante entre la inteligencia y la categoría de Bloom.
- Objetivos de aprendizaje.
- Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver.
- Resultado o producto final.
- Materiales y contenido necesario.
- Tiempo aproximado para la ejecución.
- Criterios de evaluación.
- Rúbrica de evaluación del producto final.
- Relación cercana o vinculante con otras actividades de la matriz.

Gracias a la **variedad de actividades** que programamos, se pueden ofrecer distintas propuestas personalizadas.Entre los beneficios de programar una matriz por completo, destaca

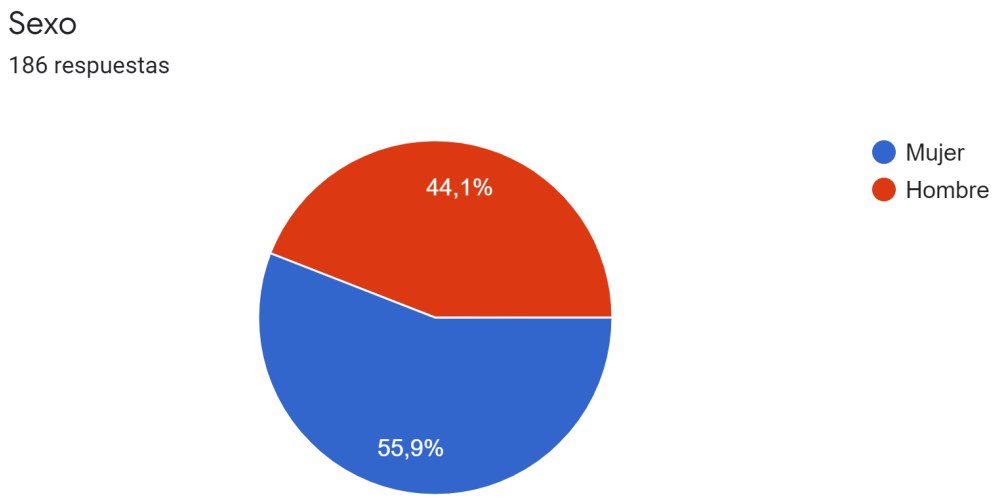
la **posibilidad de generar insignias o galones**: un sistema para diseñar retos emocionantes que subrayan el importante componente motivacional. El profesor puede seleccionar cuáles son las actividades imprescindibles y otorgar premios o insignias –sin valor para la calificación– al completar, por ejemplo, más de tres actividades de un tipo de inteligencia, u otras tres de un tipo de estrategia del pensamiento.

# V. ANÁLISIS DEL CONTEXTO, RECOGIDA DE DATOS Y PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Una vez analizado el marco teórico,para situar el proyecto en un contexto lo más aproximado a la realidad, he realizado un cuestionario de evaluación a docentes donde contestan preguntas acerca de tres puntos :

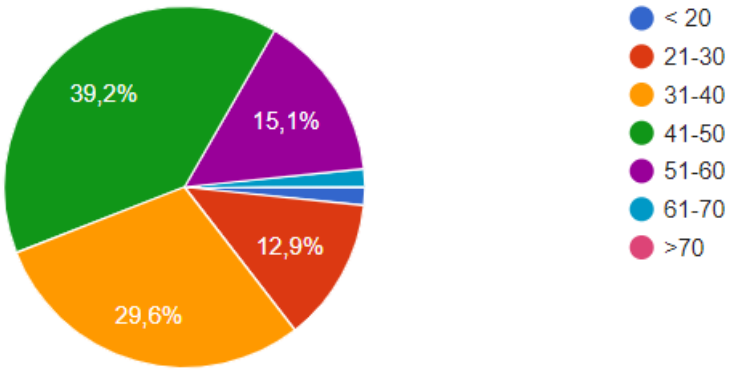
1. **Nivel de uso de las TIC en el aula**
2. **Nivel de competencia digital**
3. **Nivel de conocimientos sobre procesos cognitivos y uso de las TIC**

Los resultados del cuestionario contestado por **186 docentes** aportan los siguientes datos:



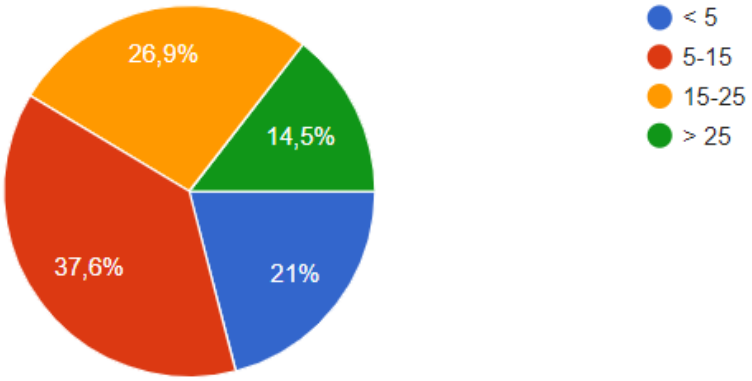
## Edad

186 respuestas



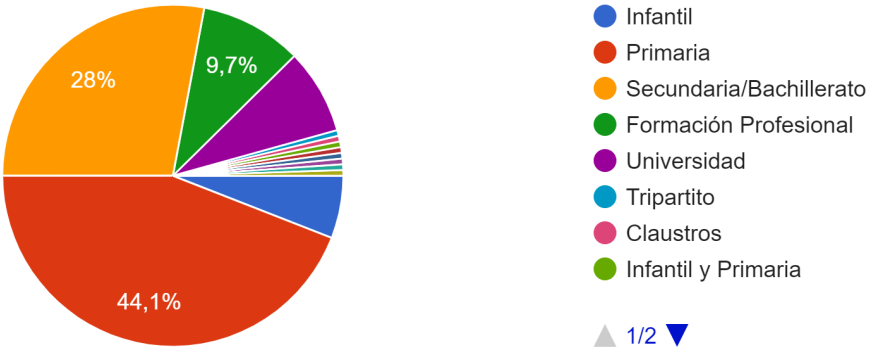

## Años de docencia

186 respuestas




## Etapa en la que se imparte docencia

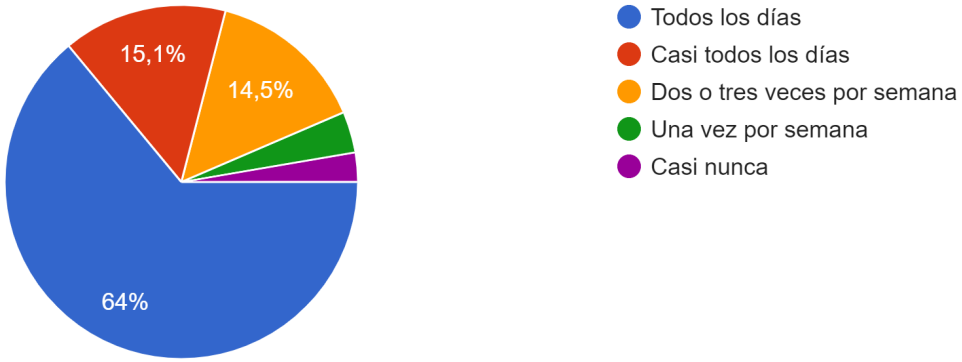
186 respuestas



## 1. NIVEL DE USO DE LAS TIC EN EL AULA

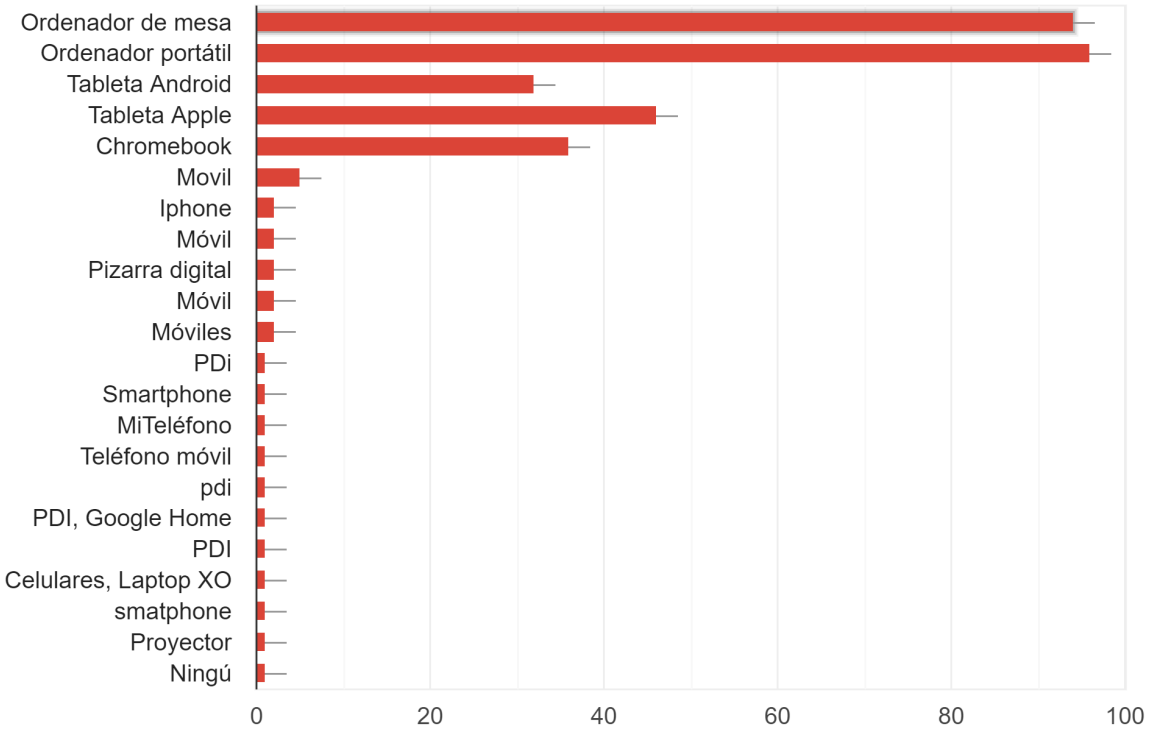
El **64%** de los encuestados **utiliza dispositivos y herramientas TIC en el aula a diario**.

¿Con qué frecuencia usas dispositivos con conexión a Internet en el aula?
186 respuestas

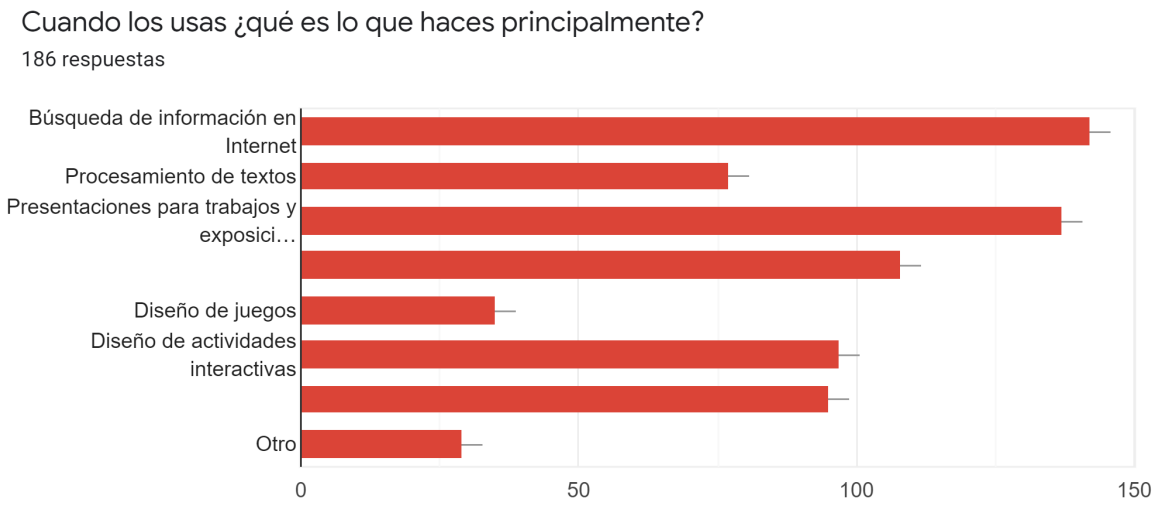



Los **dispositivos más utilizados son los ordenadores de mesa o portátiles (50%)**

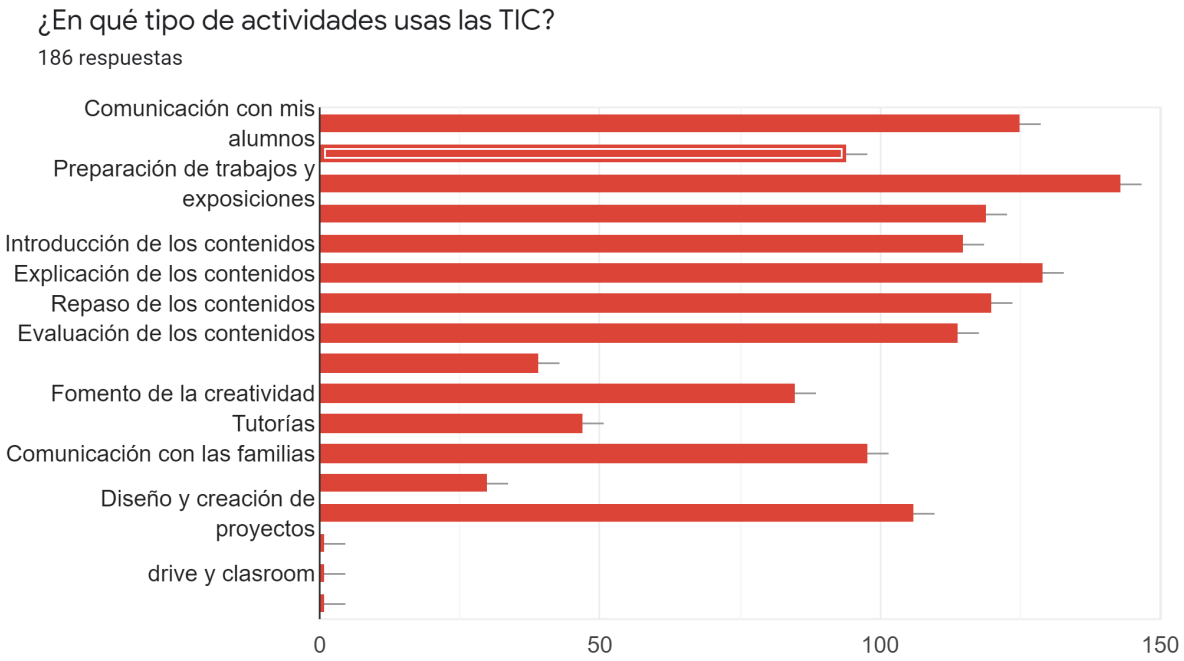
¿Qué tipo de dispositivo utilizas?
186 respuestas



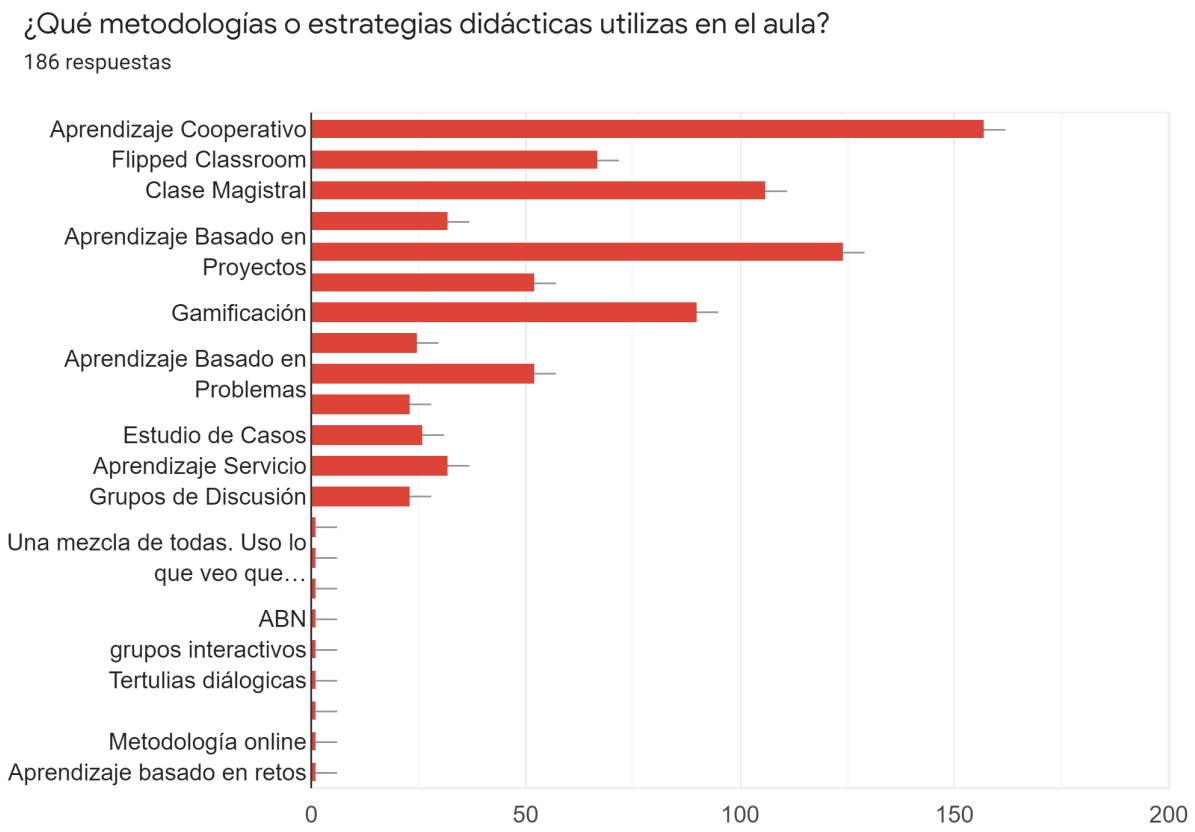
Las **actividades para las que más utilizan los dispositivos los docentes** son para la **búsqueda de información en Internet (76,3%)** y para la **realización de presentaciones y exposiciones de trabajos (73,7%)**. Alrededor del **50% utilizan también las TIC para el diseño de actividades interactivas y colaborativas**.




En cuanto al **tipo de actividades didácticas en las que usan las TIC**, las que más porcentaje de docentes nombran son la **preparación de trabajos y exposiciones (76,9%)**, **explicación de los contenidos (69,4%)**, **comunicación con los alumnos (67,2%)**, **repaso de los contenidos (64,5%)**, **juegos y actividades lúdicas (64%)**, **introducción de los contenidos (61,8%)**, **evaluación de los contenidos (61,3%)**, **diseño y creación de proyectos (57%)** y comunicación con las familias (52,7%). Las actividades en las que se usan menos las TIC son fomento de la creatividad (45,7%), tutorías (25,35), metacognición y técnicas de estudio (21%) y excursiones y actividades fuera del aula (16,1%).

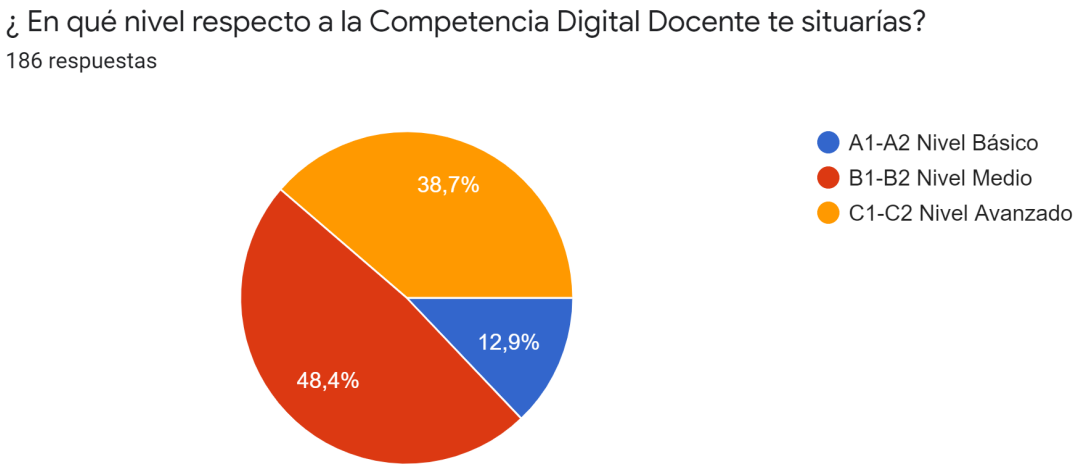


Las **metodologías más usadas** son el **aprendizaje cooperativo (84,4%)**, **aprendizaje basado en proyectos (66,7%)**, **clase magistral (57%)** y **gamificación (48,4%)**



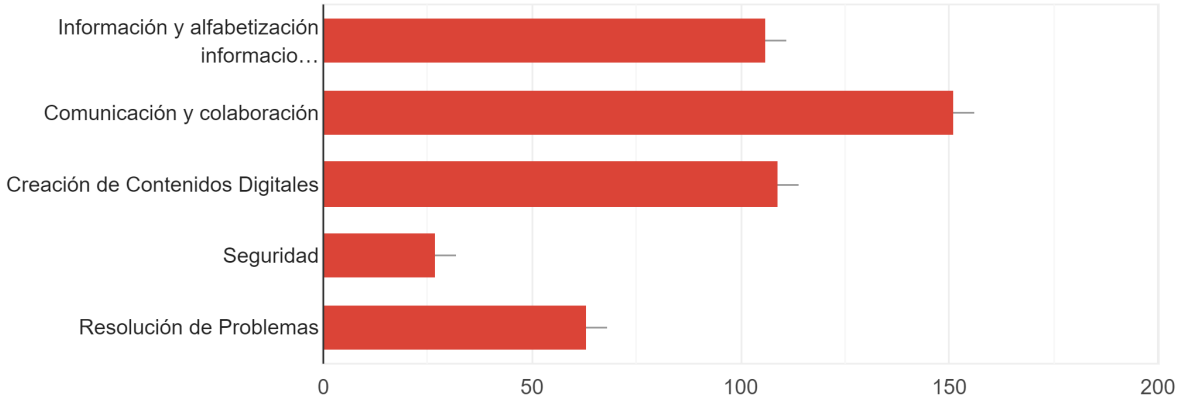

## 2. NIVEL DE COMPETENCIA DIGITAL

En cuanto a la competencia digital el **48,4%** de los encuestados consideran que se sitúa en un **nivel medio (B1-B2)**, el **38,7%** en un **nivel avanzado (A1-A2**) y el **12,9%** en un **nivel básico (C1-C2).**



De las 5 áreas que componen la Competencia Digital Docente la más desarrollada por los encuestados es la **Comunicación y Colaboración (81,6%)**, y la que menos la Seguridad (14,6%).

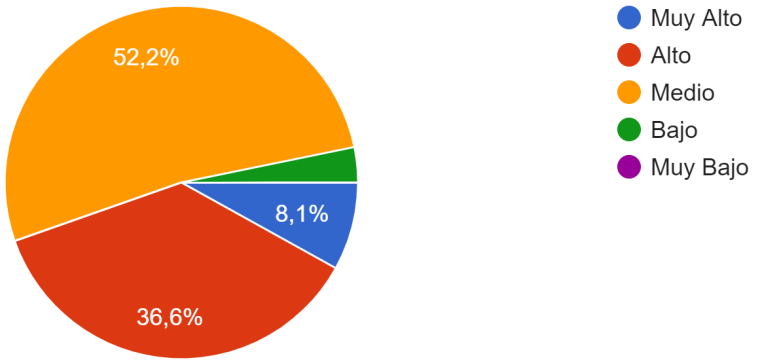
¿Cuáles de las 5 áreas que componen la Competencia Digital Docente son las que más desarrollas en el aula?
185 respuestas




## 3. NIVEL DE CONOCIMIENTO SOBRE PROCESOS COGNITIVOS Y USOS DE LAS TIC

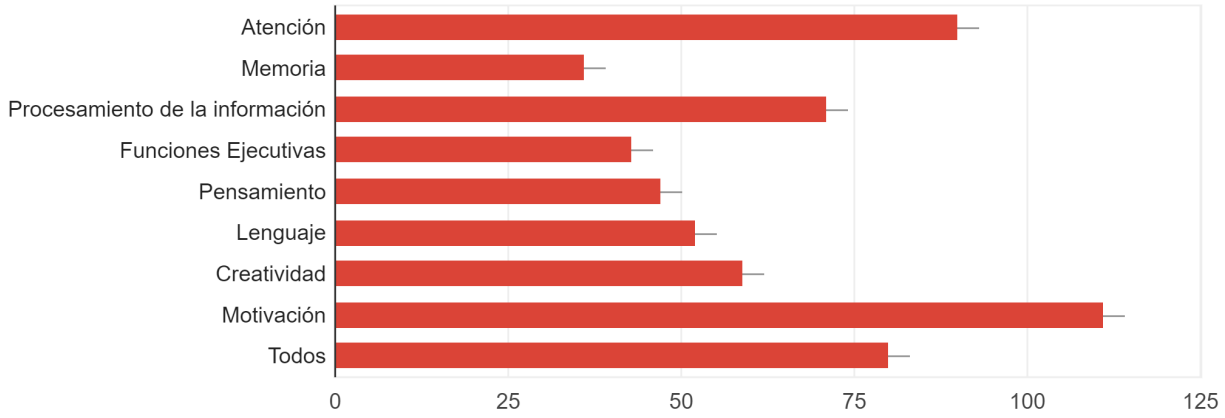
Sobre el nivel de **conocimientos de los procesos cognitivos** que intervienen en el aprendizaje, el **52,2%** considera que tiene un **nivel medio**, el **36,6%** un **nivel alto**, el **8,1%** un **nivel muy alto**, y un **3,2%** un **nivel bajo**.

¿Qué nivel de conocimientos tienes sobre los procesos cognitivos (memoria, atención, motivación...) que intervienen en el aprendizaje?
186 respuestas



De los **procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje** el que es considerado más veces como **fundamental** por los docentes es la **motivación (59,7%)**, seguido de la **atención (48,4%)**, el **procesamiento de la información (38,2%)** y la **creatividad (31,7%)**. Los que menos fundamentales parecen ser para los docentes son el Lenguaje (28%), el Pensamiento (25,3%), Funciones Ejecutivas (23,1%) y Memoria (19,4%).

De los siguientes procesos cognitivos, ¿cuál/es crees que es/son fundamental/es para que se produzca el aprendizaje?
186 respuestas




El **43%** de los encuestados consideran que **todos** son fundamentales.

En el **análisis de las herramientas TIC** propuestas, los docentes señalan las siguientes herramientas como más relacionadas con cada proceso cognitivo:

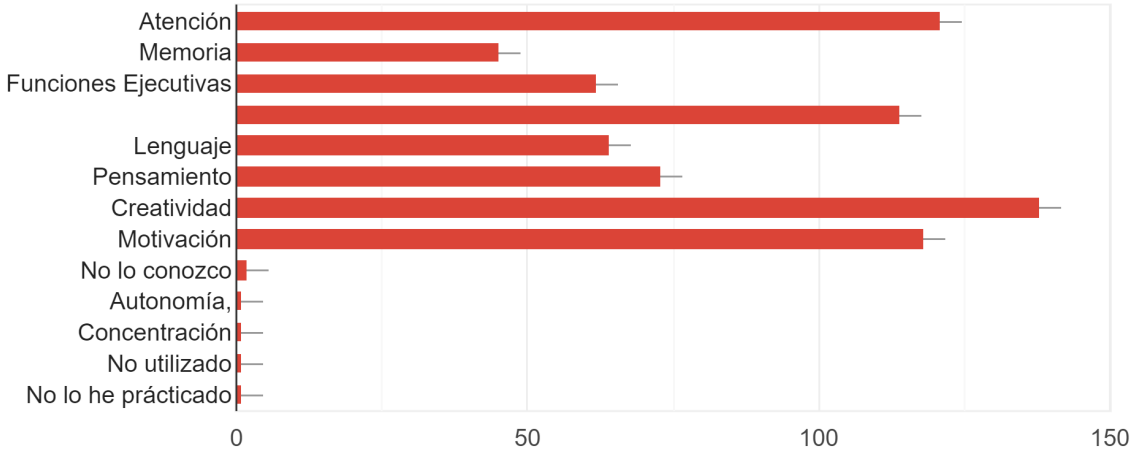
1. **Atención**
    a. Quizziz (62,9%)
    b. Genial.ly (65,1%)
    c. Youtube (61,3%)
    d. EdPuzzle (62,9%)
    e. Lego WeDo (61,8%)
2. **Memoria**
    a. Quizziz (53,8%)
    b. Coggle (50%)
3. **Funciones Ejecutivas**
    a. Minecraft Edu (50%)
    b. Classroom (51,6%)

c. Lego WeDo (69,9%)

4. **Procesamiento de la información**
    a. Coggle (80,1%)
    b. Classroom (70,4%)
    c. EdPuzzle (66,1%)
    d. Genial.ly (61,3%)
    e. Quizziz (57,5%)
    f. Youtube (56,5%)
    g. Lego WeDo (52,2%)
5. **Lenguaje**
    a. Youtube (50%)
6. **Motivación**
    a. MineCraft Edu (68,3%)
    b. HP Reveal (67,7%)
    c. Youtube (67,2%)
    d. Genial.ly (63,4%)
    e. Lego WeDo (61,3%)
    f. Quizziz (58,6%)
    g. EdPuzzle (51,6%)
7. **Creatividad**
    a. Lego We Do (75,8%)
    b. Genial.ly (74,2%)
    c. Minecraft Edu (60,8%)
    d. HP Reveal (64,5%)

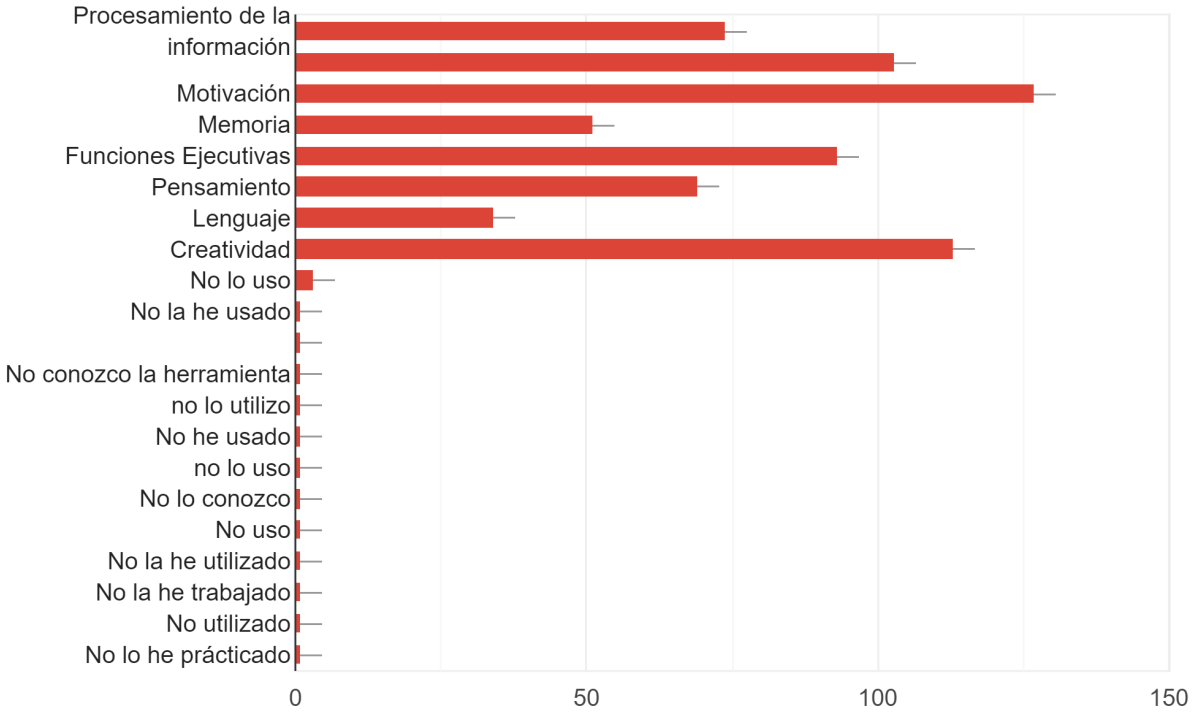
GENIALLY (creación de contenidos interactivos)

186 respuestas



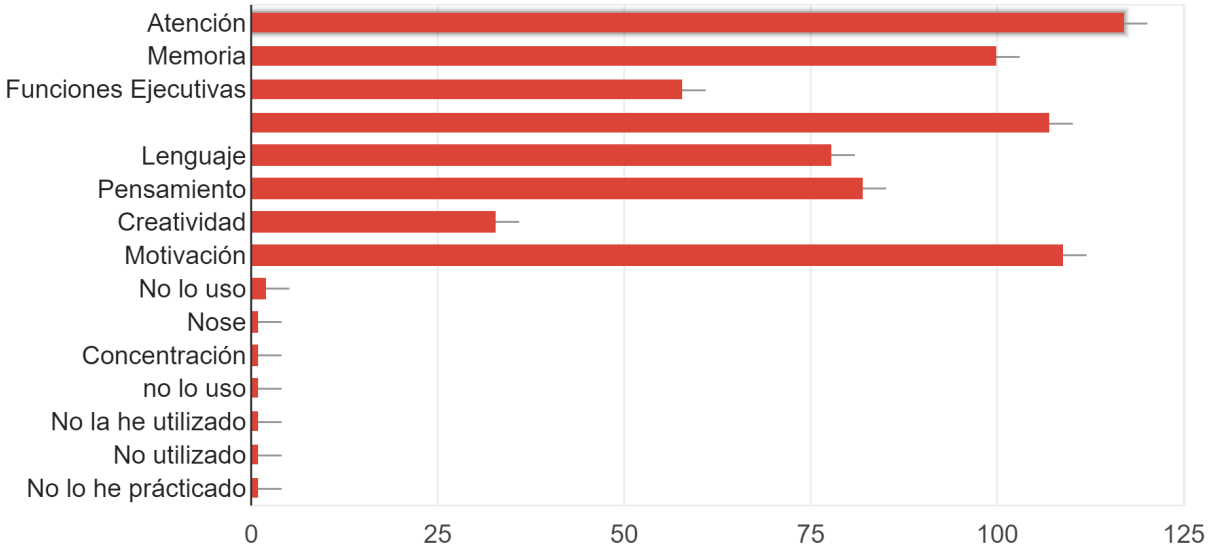

MINECRAFT EDU (versión educativa del famoso videojuego sobre construcción)

186 respuestas



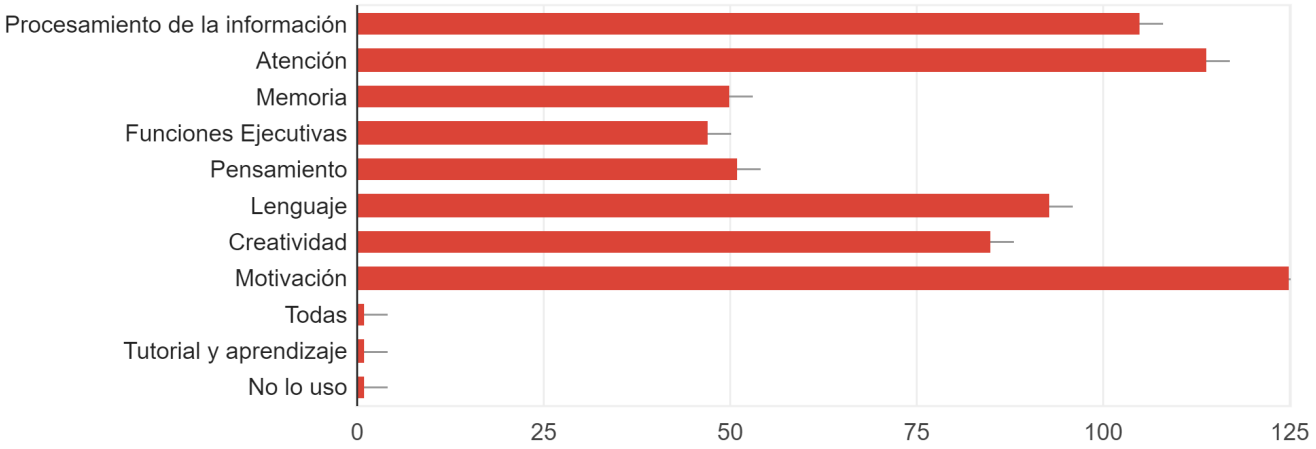
QUIZZIZ (creación de tests y cuestionarios a modo de concurso)

186 respuestas



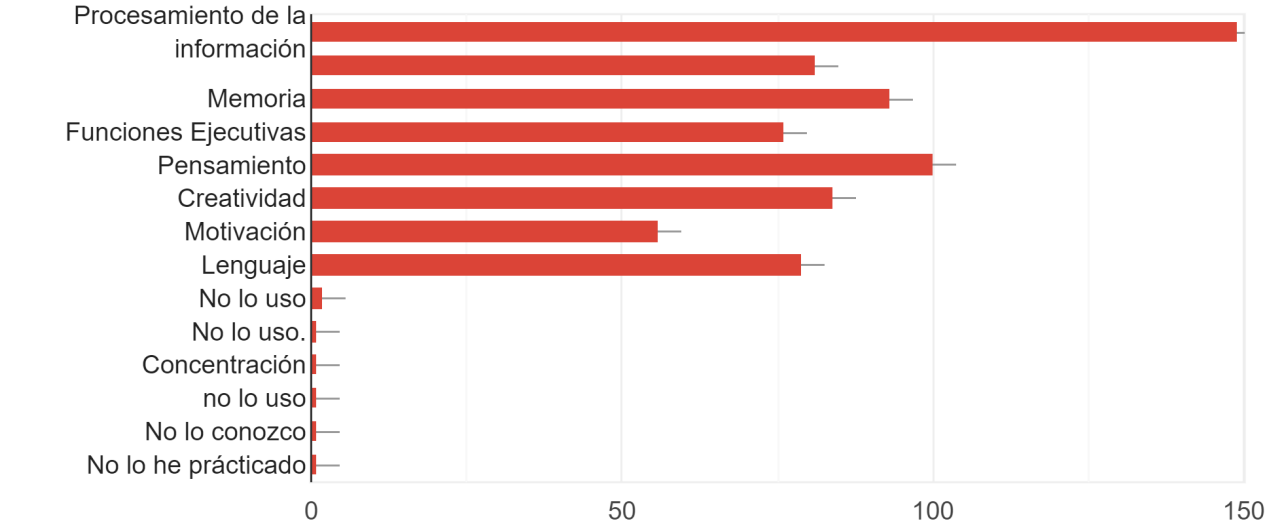

YOUTUBE (almacenamiento y creación de videos)

186 respuestas



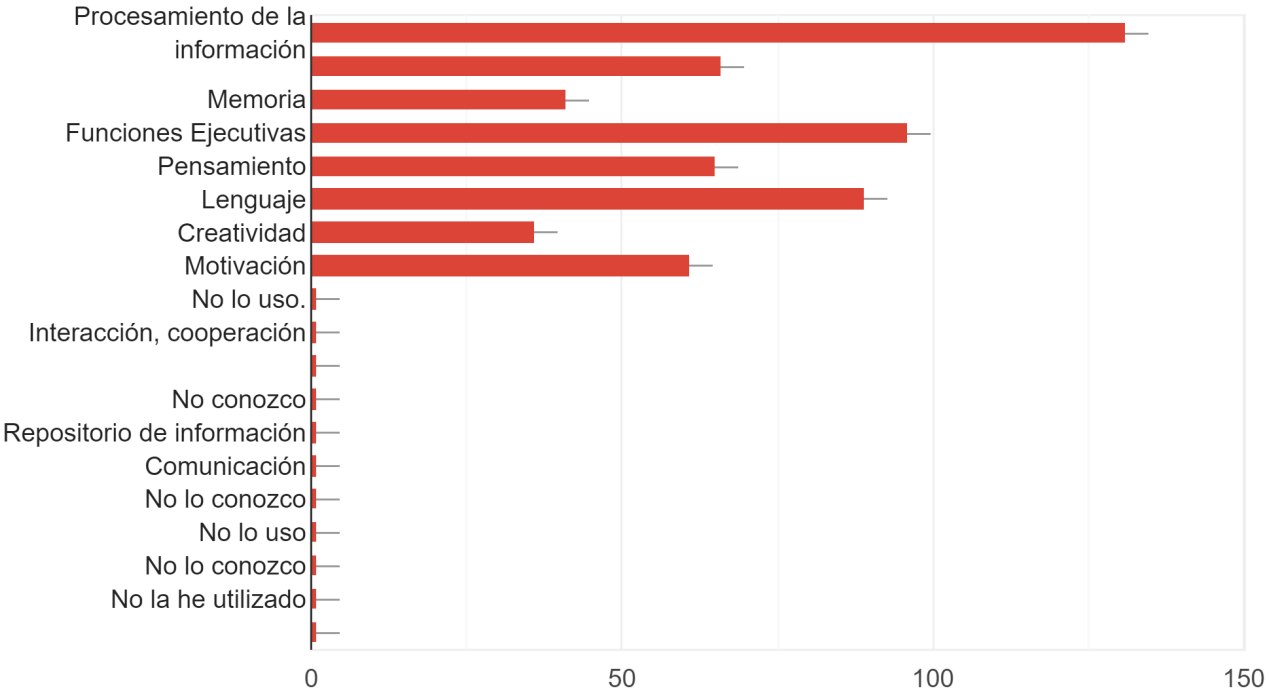
## COGGLE (creación de mapas mentales)

186 respuestas



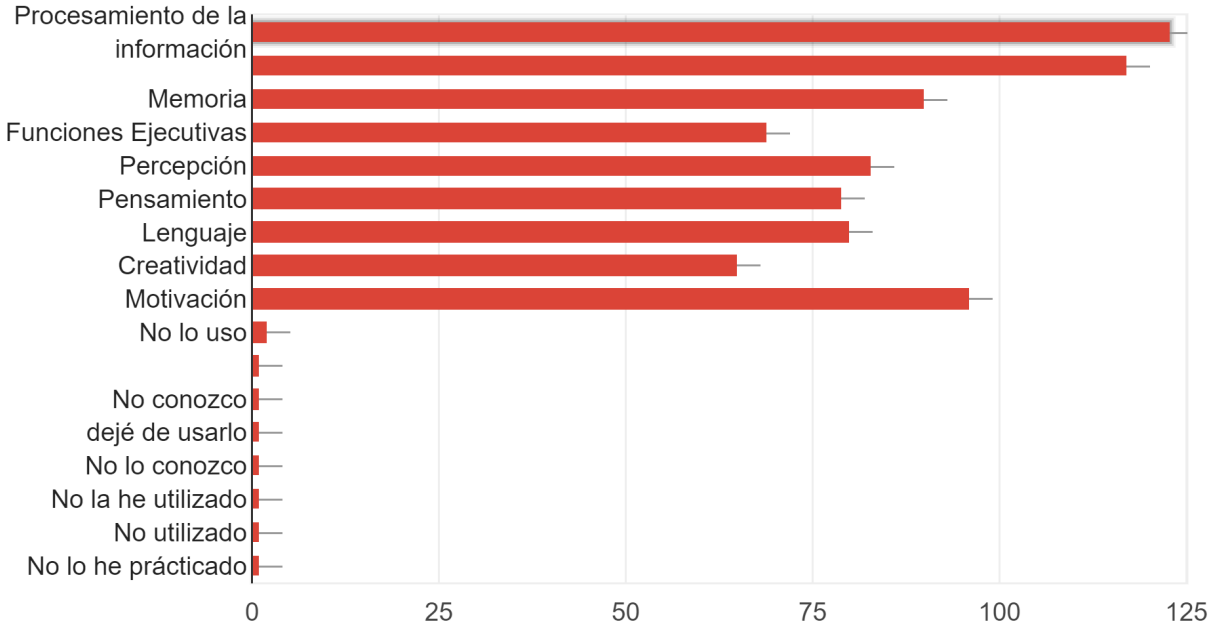

## CLASSROOM (plataforma colaborativa de gestión de aula)

186 respuestas



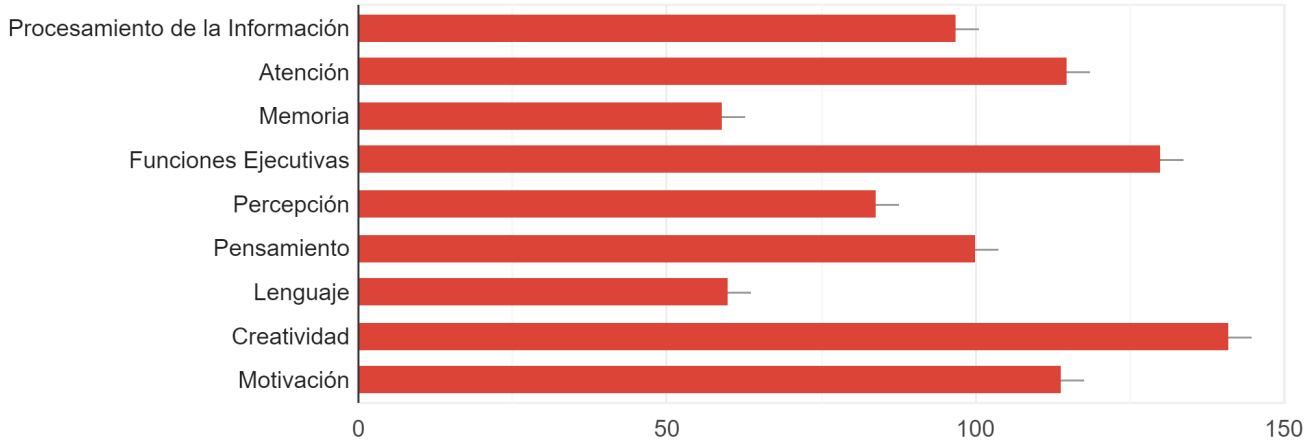
EDPUZZLE (crear, editar y compartir videolecciones)

186 respuestas




LEGO WEDO 2.0 (construcción y programación de robots)

186 respuestas



De la muestra aleatoria de docentes que han participado en la realización de la encuesta, el 79,1% se declara usuarios de las TIC-TAC en el aula diariamente o casi a diario, y más del 80% considera que tiene un nivel medio o alto en competencia digital. El 88,8% también considera que tiene un nivel medio o alto sobre los procesos cognitivos fundamentales que intervienen en el aprendizaje. De todos los procesos, los que consideran que tienen más relevancia son la motivación, la atención, el procesamiento de la información y la creatividad, dando menos peso al lenguaje, las funciones ejecutivas y la memoria.

En el análisis de las herramientas TIC-TAC propuestas, saben reconocer mejor los procesos cognitivos que consideran también más importantes. Estos son los que he enumerado antes: **motivación, atención, procesamiento de la información y creatividad**. Sin embargo, aparecen menos identificados aquellos que consideran menos relevantes, como el **lenguaje, las funciones ejecutivas y la memoria**.

Tras el análisis del marco teórico y de los datos del contexto obtenidos mediante la encuesta, las **hipótesis** que planteo son:

1. **Los docentes tienen un conocimiento medio-alto acerca de algunos procesos cognitivos, y saben identificarlos en el uso de las herramientas TIC, pero por otro lado, parece que desconocen el papel de los demás procesos en el aprendizaje, y como consecuencia de ello les cuesta más identificarlos en el trabajo con las TIC-TAC.**

2. **La aplicación de las TIC y las TAC en un contexto escolar de últimos niveles de Primaria contribuye al logro de los siguientes aspectos**:

- Competencias clave del curriculum de Primaria
- Competencias del siglo XXI
- Habilidades cognitivas con un impacto positivo en el desarrollo de los alumnos de 10-12 años y en su proceso de aprendizaje

# VI. DISEÑO DEL PROYECTO TIC-TAC NEURO

A partir de esta hipótesis, el **objetivo** del **proyecto TIC-TAC Neuro** es el de diseñar un **escenario de aprendizaje** a través del cual lograr identificar y visibilizar todos los procesos cognitivos que intervienen en el uso de las TIC-TAC en el aula. Para ello se ha diseñado una propuesta de diseño de actividades basada en los Paisajes de Aprendizaje y los principales procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje, adaptable y personalizada, y que pueda servir de referencia para cualquier docente a la hora de diseñar su trabajo en el aula con las TIC-TAC.

## 1.BASE TEÓRICA DEL PROYECTO TIC TAC NEURO

Basándome en esta propuesta de los **paisajes de aprendizaje**, he diseñado una matriz en la que en el **eje vertical** está compuesto por las tareas definidas en la **Taxonomía de Bloom** y en el **eje horizontal** los **aspectos clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentados por la Neurodidáctica**.

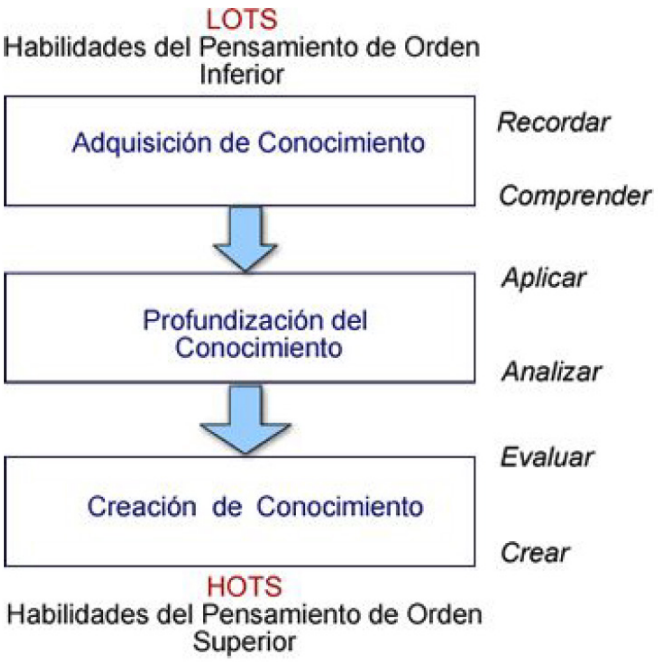
Este "paisaje" se crea como parte del **proyecto TIC-TAC Neuro**, que tiene como finalidad evidenciar los procesos cognitivos y elementos estudiados por la Neurodidáctica que se trabajan en el aula usando los medios y contenidos digitales:

| Taxonomía Bloom | CURIOSIDAD SORPRESA | ATENCIÓN | MOTIVACIÓN /Tª AUTODETERMINACIÓN | FUNC. EJECUTIVAS | MEM. TRABAJO | MEM. EXPLICITA | MEM. IMPLICITA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CREAR | | | | | | | |
| EVALUAR | | | | | | | |
| ANALIZAR | | | | | | | |
| APLICAR | | | | | | | |
| CLASIFICAR | | | | | | | |
| DESCRIBIR | | | | | | | |

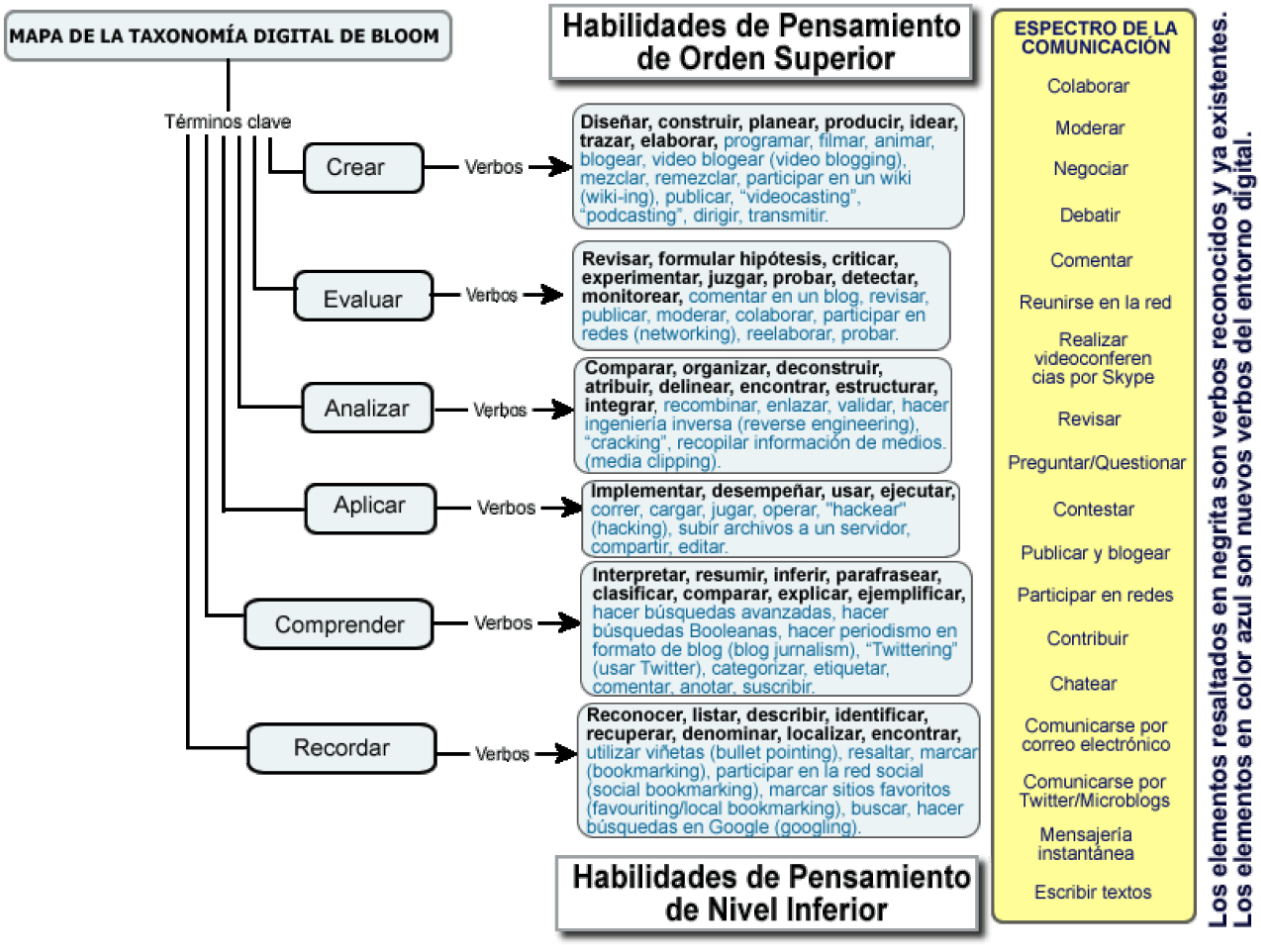
Para la descripción de las tareas del eje vertical me basaré en la revisión sobre la Taxonomía de Bloom realizada por Andrew Churches: **"Taxonomía de Bloom para la Era Digital"**. (36)

Según Churches "Esta taxonomía para la era digital no se enfoca en las herramientas y en las TIC, pues éstas son apenas los medios. Se enfoca en el uso de todas ellas para ***recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear***."

Estas son las Habilidades de **Pensamiento de Orden Inferior (LOTS)** y las Habilidades de **Pensamiento de Orden Superior (HOTS)**.



Para **Churches** las habilidades de pensamiento son fundamentales: "Mientras que mucho del conocimiento que enseñemos será obsoleto en unos años, las habilidades de pensamiento, una vez se adquieren, permanecerán con nuestros estudiantes toda su vida. La educación de la era Industrial se enfocó en las Habilidades del Pensamiento de Orden Inferior. En la taxonomía de Bloom éstas están relacionadas con aspectos como recordar y comprender. La pedagogía y la enseñanza del Siglo XXI están enfocadas en jalonar a los estudiantes de las Habilidades del Pensamiento de Orden Inferior (LOTS) hacia las Habilidades de Pensamiento de Order Superior (HOTS)".




## 2. ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS TIC-TAC SELECCIONADAS

En la siguiente tabla están descritas algunas de las herramientas TIC-TAC más utilizadas en el ámbito educativo, atendiendo a los siguientes elementos:

**A. COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI** (World Economic Forum, 2016)

1. Lectoescritura
2. Matemáticas
3. Ciencias
4. Alfabetización tecnológico digital
5. Educación Económica
6. Cultura cívica
7. Pensamiento crítico y resolución de problemas
8. Creatividad
9. Comunicación
10. Colaboración
11. Curiosidad
12. Iniciativa
13. Persistencia
14. Adaptabilidad
15. Liderazgo
16. Sensibilidad social y cultural

**B. COMPETENCIAS DEL CURRICULO ESPAÑOL (RD 126/2014)**

1.º Competencia lingüística.

2.º Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

3.º Competencia digital.

4.º Aprender a aprender.

5.º Competencias sociales y cívicas.

6.º Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

7.º Conciencia y expresiones culturales.

**C. NEURODIDÁCTICA**

Los procesos cognitivos son las maneras de procesar la información que tenemos en nuestro entorno, a través de la experiencia y de la percepción. Nos permiten resolver conflictos, recordar datos y eventos y tomar decisiones, adaptarnos al medio y generar nuevos conocimientos:

1. Atención
2. Memoria
    a. memoria implícita
    b. memoria explícita
    c. memoria de trabajo
3. Funciones Ejecutivas
    a. memoria de trabajo
    b. inhibición
    c. flexibilidad cognitiva
    d. autocontrol
    e. control emocional
    f. planificación
4. Motivación
    a. competencia
    b. relación
    c. autonomía
5. Curiosidad

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Drive (Google) | -Crear y compartir documentos, presentaciones, formularios, dibujos, imágenes almacenados en la nube<br>-Trabajar de forma individual o colaborativa en un archivo | -Lectoescritura<br>-Comunicación<br>- Colaboración<br>- Alfabetización tecnológico digital | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas |
| Sites (Google) | -Crear de modo sencillo un sitio web<br>-Colaborar en la creación de un sitio web<br>-Reunir y mostrar de forma atractiva y creativa contenido individual o compartido de la clase<br>-Incluir contenidos inesperados o no explicados y activar la búsqueda de información por parte de los visitantes a la página | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración | -Competencia lingüística.<br>- Competencia digital.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Classroom (Google) | -Organizar y gestionar las tareas de la clase<br>-Colaborar entre los alumnos para la elaboración de las tareas<br>-Aumentar las posibilidades de comunicación entre los miembros de la clase<br>-Programar y calificar las tareas<br>-Seguir las tareas y evaluarlas cuantitativa y cualitativamente<br>-Lanzar mensajes o preguntas de activación o de investigación al grupo clase | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Colaboración | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |
| Groups (Google) | -Crear grupos o foros con los miembros de la clase<br>-Fomentar las discusiones y el diálogo crítico en el aula<br>-Aumentar la comunicación con las familias<br>-Permitir la expresión de opiniones de aquellos alumnos que no lo hacen en el tiempo de clase<br>- Dar mensajes clave o “sorpresa” durante la elaboración de un proyecto o actividad grupal o individual | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Comunicación<br>-Iniciativa | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>- Competencias sociales y cívicas | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Youtube (Google) | -Compartir videos y listas de reproducción con contenido educativo<br>- Subir videos para crear videolecciones<br>-Subir videos para hacer exposiciones sobre temas y contenidos<br>-Crear una biblioteca de videos para el aula<br>-Utilizar videos narrativos, instructivos, de servicios públicos, musicales y lúdicos para actividades educativas.<br>-Grabar videos con mensajes para motivar o dar instrucciones a los alumnos sobre alguna actividad en concreto | -Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Curiosidad<br>-Cultura cívica | -Competencia digital<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Blogger (Google) | -Crear un blog de la clase<br>-Compartir información y recursos con otros miembros de la comunidad educativa<br>-Publicar datos sobre algún proyecto realizado en el aula<br>-Dar a conocer resultados de trabajos y actividades llevadas a cabo en el aula<br>-Incluir contenidos inesperados o no explicados y activar la búsqueda de información por parte de los visitantes a la página | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Iniciativa | -Competencia lingüística<br>-Competencia digital<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |
| Maps (Google) | -Localizar lugares y situarlos en un mapa<br>-Visualizar fotografías vía satélite de lugares del mundo<br>- Crear rutas de viajes<br>-Ubicar lugares y analizar sus características<br>-Orientarse en un mapa y calcular distancias<br>-Crear mapas propios, agregar fotos, videos y textos y después compartirlos<br>-Crear guías de viaje en diferentes idiomas | -Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Creatividad<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Pensamiento crítico | - Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.<br>-Competencia digital<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Google Earth | - Desplazarse a cualquier lugar del planeta para ver imágenes de satéite, mapas, relieve y edificios en 3D<br>- Crear mapas personalizados y añadir contenido como fotos y videos<br>- Simular viajes y recorridos<br>-Visitar lugares y monumentos históricos<br>-Analizar los distintos hábitats naturales y sociales del planeta<br>-Analizar los cambios físicos producidos en el planeta por causa del cambio climático | -Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Educación Económica<br>-Cultura cívica<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Curiosidad<br>-Sensibilidad social y cultural | -Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología<br>-Competencia digital<br>-Competencias sociales y cívicas<br>- Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |
| Google Cardboard | -Explorar lugares del mundo y verlos en 360º (a través de Google Street View)<br>- Explorar lugares desde el aire (a través de Google Earth)<br>-Ver un video 360 Youtube y describir su contenido (a través de Youtube)<br>- Realizar un "Tour guiado" por algún lugar famoso del mundo | -Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Curiosidad<br>-Comunicación<br>-Creatividad<br>-Sensibilidad social y cultural | -Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología<br>-Competencia digital.<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Expediciones (Google) | -Explorar el mundo virtualmente a través de la RV<br>-Dar vida a conceptos abstractos a través de la RA<br>-Guiar a los alumnos en escenas 360º y objetos 3D señalando objetos y sitios interesantes a lo largo del camino<br>-Explorar momentos y lugares de la historia, culturas y civilizaciones<br>-Visualizar contenidos de una manera diferente | -Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Creatividad<br>-Curiosidad<br>-Adaptabilidad<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Pensamiento crítico | -Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.<br>-Competencia digital<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Hangouts Meet(-Google) | -Comunicarse con personas más allá del centro educativo<br>-Compartir experiencias con alumnos de otros lugares<br>-Reuniones fuera del horario escolar para preparación de tareas o resolución de problemas<br>-Entrevistas con personas relevantes para los alumnos | -Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Iniciativa<br>-Adaptabilidad<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital<br>-Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |
| Formularios (Google) | -Realizar encuestas sobre gustos y preferencias de los alumnos<br>-Evaluar las competencias y contenidos que van adquiriendo los alumnos<br>-Evaluar las actividades realizadas en clase<br>-Crear formularios para autoevaluación y heteroevaluación por los propios alumnos | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Iniciativa | - Competencia lingüística.<br>-Competencia digital<br>-Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Jamboard (Google) | - Imaginar, crear y dibujar ideas en un lienzo digital<br>-Compartir y añadir ideas en una imagen digital siempre disponible en la nube<br>-Visibilizar el aprendizaje y hacerlo accesible para varias personas<br>-Hacer participar a todos los alumnos con diferentes aportaciones a un proyecto o idea | -Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Lectoescritura | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital<br>-Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |
| Genially | -Crear contenidos educativos con un formato interactivo<br>-Crear historias visuales y compartirlas con la clase o con el mundo<br>-Crear y compartir experiencias de comunicación en el aula<br>-Crear experiencias de gamificación para la adquisición y repaso de contenidos | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>- Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| EdPuzzle | - Crear y editar videos para usarlos en la clase<br>-Crear videolecciones a partir de videos propios o importados<br>-Evaluación de los conocimientos previos de los alumnos sobre un tema o contenido<br>-Evaluación de los conocimientos adquiridos tras el trabajo en el aula<br>-Creación de videolecciones por parte de los alumnos para el resto de la clase donde enseñan sobre alguna materia o contenido en el que se sienten competentes | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa | -Competencia lingüística<br>-Competencia digital<br>-Aprender a aprender<br>-Conciencia y expresiones culturales | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Thinglink | -Crear y editar imágenes y videos interactivos con los que explicar contenidos<br>-Crear recopilaciones de enlaces, recursos, videos sobre cualquier contenido<br>-Crear experiencias virtuales de aprendizaje a través de visitas virtuales y bibliotecas de imágenes de 360º<br>-Crear entornos virtuales de aprendizaje<br>-Documentar proyectos de aprendizaje<br>-Elaborar líneas del tiempo y añadirles interactividad<br>-Diseñar itinerarios de aprendizaje con los contenidos a trabajar en cada momento<br>-Compartir los contenidos creados por uno mismo o por el resto de usuarios sobre un tema en concreto | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor<br>-Conciencia y expresiones culturales. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |
| Class Dojo | - Comunicarse con alumnos y padres<br>-Gestionar la actividad en el aula a través del fomento de habilidades y valores<br>-Crear portfolios digitales de los alumnos<br>-Dar feedback a los alumnos de forma positiva sobre determinadas actitudes y comportamientos | -Alfabetización tecnológico digital<br>-Lectoescritura<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Liderazgo | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender<br>-Competencias sociales y cívicas<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Motivación |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Coggle | - Entender, organizar y compartir información mediante su visualización<br>-Crear mapas mentales y mapas conceptuales<br>-Organizar contenidos de las unidades didácticas con formato escrito y visual<br>-Crear mapas personalizados y grupales para compartir el conocimiento | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Comunicación<br>-Colaboración | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |
| Classroom Screen | -Gestionar la actividad del aula mediante herramientas digitales como reloj, calendario, temporizador, turnos…<br>-Añadir instrucciones, explicaciones, enlaces..a las diversas tareas<br>-Crear encuestas sobre la satisfacción en las tareas realizadas en clase | -Alfabetización tecnológico digital<br>-Cultura cívica<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad | -Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Competencias sociales y cívicas. | -Atención<br>-Memoria<br>-Motivación |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| MinecraftEdu | -Crear experiencias de aprendizaje basado en videojuegos<br>-Resolver problemas en un entorno de juego inmersivo de modo individual o en equipo, donde establecer objetivos y tomar decisiones<br>-Diseñar escenarios de juego a partir de criterios relacionados con los contenidos curriculares | -Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad<br>-Liderazgo | -Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Competencias sociales y cívicas.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.<br>-Conciencia y expresiones culturales. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |
| HP Reveal | -Crear o ver experiencias de RA que combinan lo físico y lo digital y que involucran al alumno y facilitan su proceso de aprendizaje por su capacidad de concretar aprendizajes más abstractos<br>-Establecer conexiones de aprendizaje más motivadoras y significativas a través de la conexión entre realidad física y virtual, texto e imágenes...<br>- Fomentar el pensamiento crítico al hacer conexiones y asociaciones entre los diferentes contenidos y sus representaciones virtuales | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Sensibilidad social y cultural | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Quizizz | - Crear cuestionarios on line que se pueden resolver en directo o como tareas para casa<br>-Realizar informes completos con los resultados de los cuestionarios<br>- Realizar actividades de superación de retos<br>-Realizar actividades por equipos<br>-Realizar actividades individuales a modo de evaluación | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Competencias sociales y cívicas. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones ejecutivas<br>-Motivación |
| Symbaloo | -Crear un repositorio de contenidos de la web por temáticas<br>-Administrar marcadores favoritos y recursos web<br>-Compartir tableros con contenidos seleccionados<br>-Crear itinerarios de aprendizaje personalizado adaptados a las necesidades de cada alumno. | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Colaboración | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Google Search | - Buscar información en la web tanto en formato de texto, como de imagen, video o gráfico<br>-Buscar información siguiendo unos parámetros de búsqueda<br>-Analizar información relevante en el momento de la búsqueda<br>-Clasificar y organizar la información siguiendo unos criterios de búsqueda<br>-Buscar y analizar información relevante para la solución de una tarea o problema | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Curiosidad | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales. | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Curiosidad |
| Lego Education WeDo 2.0 | -Construir robots mediante el uso de las piezas de Lego, más sensores y motores<br>-Formular preguntas y diseñar soluciones<br>-Programar los robots construidos mediante software<br>-Aprender el método científico<br>-Fomentar habilidades de colaboración y comunicación | -Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Curiosidad<br>-Creatividad<br>-Iniciativa<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad | -Competencia lingüística.<br>-Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Scratch | -Programar historias interactivas a través de un lenguaje visual<br>-Desarrollar la creatividad y el pensamiento lógico<br>-Aprender a razonar sistemáticamente mediante el uso de algoritmos de programación<br>-Compartir las historias con el resto de la comunidad | -Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Comunicación<br>-Sensibilidad social y cultural<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Curiosidad<br>-Creatividad<br>-Iniciativa<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad | -Competencia lingüística.<br>-Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| Nushu | -Buscar, identificar y seleccionar fuentes de información<br>-Analizar y construir razonamientos<br>-Comunicar y exponer argumentos<br>-Trabajar valores y emociones | -Lectoescritura<br>-Matemáticas<br>-Ciencias<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Educación Económica<br>-Cultura cívica<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Persistencia<br>-Adaptabilidad<br>-Liderazgo<br>-Sensibilidad social y cultural | -Competencia lingüística.<br>-Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación<br>-Curiosidad |

| HERRAMIENTA TIC-TAC | USO EN EL AULA | COMPETENCIAS DEL SIGLO XXI | COMPETENCIAS CURRICULO DE PRIMARIA | NEURODIDÁCTICA (PROCESOS COGNITIVOS) |
|---|---|---|---|---|
| IVoox | -Escuchar y descargar podcasts, audios, conciertos, revistas y programas<br>-Publicar audios, podcasts y programas<br>-Compartir audios, podcasts y programas<br>-Crear podcasts sobre temáticas diversas, a partir de un guión colaborativo y compartirlo con la audiencia | -Lectoescritura<br>-Alfabetización tecnológico digital<br>-Cultura cívica<br>-Pensamiento crítico y resolución de problemas<br>-Creatividad<br>-Comunicación<br>-Colaboración<br>-Curiosidad<br>-Iniciativa<br>-Adaptabilidad<br>-Liderazgo<br>-Sensibilidad social y cultural | -Competencia lingüística.<br>-Competencia digital.<br>-Aprender a aprender.<br>-Conciencia y expresiones culturales.<br>-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor | -Atención<br>-Memoria<br>-Funciones Ejecutivas<br>-Motivación |

# 3. TAXONOMÍA DE BLOOM REVISADA POR CHURCHES Y HERRAMIENTAS TIC

El siguiente paso en el diseño consiste en elaborar una nueva tabla descriptora donde se enumeran las distintas herramientas TIC en relación a cada una de las categorías de la Taxonomía y los indicadores de los procesos cognitivos junto con ejemplos de uso en el aula:

| **CATEGORÍA DE LA TAXONOMÍA DE BLOOM** | **VERBOS INDICADORES DE PROCESOS COGNITIVOS** | **EJEMPLOS DE ACTIVIDADES EN EL AULA** | **HERRAMIENTAS TIC-TAC** |
|---|---|---|---|
| CREAR | Programar<br>Diseñar<br>Publicar<br>Construir<br>Modelar<br>Elaborar<br>Producir<br>Generar<br>Crear<br>Desarrollar | -Programar un proyecto usando el lenguaje computacional<br>-Diseñar un proyecto social-comunitario<br>- Publicar un artículo en una revista o blog<br>-Construir un robot<br>-Elaborar una campaña publicitaria<br>-Generar contenido en realidad aumentada<br>-Producir un podcast<br>-Producir un corto o documental | -Scratch<br>-Lego Education<br>-Minecraft Edu<br>-Sites<br>-YouTube<br>-Blogger<br>-HP Reveal<br>-Genially<br>-ThingLink<br>-IVoox |
| **EVALUAR** | Debatir<br>Participar<br>Informar<br>Investigar<br>Opinar<br>Comentar<br>Criticar<br>Juzgar<br>Justificar<br>Valorar<br>Defender<br>Medir<br>Experimentar | -Emitir un juicio u opinión y presentarlo en diferente formato (video, presentación, audio..)<br>-Valorar un contenido o tema a través de un formulario<br>-Defender un argumento en un debate<br>-Experimentar en primera persona los efectos de un suceso o fenómeno<br>-Medir los resultados de un experimento o proceso<br>-Criticar contenidos o argumentos publicados en un blog o revista | -Youtube<br>-Genially<br>-Drive (Documentos, Presentaciones, Formularios)<br>-Groups<br>-Hangouts Meet<br>-Blogger<br>-Sites<br>-Classroom<br>-Nushu<br>-Expediciones<br>-EdPuzzle |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ANALIZAR** | Mezclar<br>Enlazar<br>Encuestar<br>Resumir<br>Organizar<br>Estructurar<br>Integrar<br>Clasificar<br>Contrastar<br>Examinar | -Contrastar información mediante un cuadro comparativo<br>-Clasificar conceptos importantes mediante un mapa mental<br>-Analizar los resultados de una encuesta o formulario<br>-Recopilar información sobre un tema en diferentes webs y organizarla<br>-Analizar gráficos, mapas y líneas de tiempo | -Drive (Presentaciones, Documentos,Formula-rios)<br>-Coggle<br>-Symbaloo<br>-Genially<br>-ThingLink<br>-Classroom<br>-Nushu<br>-Jamboard<br>-HP Reveal<br>-Maps<br>-Google Earth |
| **APLICAR** | Ilustrar<br>Simular<br>Presentar<br>Jugar<br>Entrevistar<br>Grabar<br>Editar<br>Usar<br>Implementar | -Utilizar algoritmos para resolver proble-mas<br>-Ilustrar contenidos mediante gráficos, imágenes, dibujos, mapas…<br>-Participar en competiciones y juegos<br>-Participar en actividades gamificadas<br>-Editar archivos compartidos<br>-Hacer presentaciones multimedia<br>- Grabar, editar y compartir entrevistas en formato audio o video<br>-Participar en videoconferencias<br>-Hacer simulaciones de casos | -MinecraftEdu<br>-Lego Education<br>-Scratch<br>-Jamboard<br>-YouTube<br>-Maps<br>-Genially<br>-Quizziz<br>-Drive<br>-ThingLink<br>-IVoox<br>-Hangouts Meet<br>-Google Cardboard<br>-Expediciones<br>-Nushu |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **COMPRENDER** | Redactar<br>Categorizar<br>Comentar<br>Explicar<br>Interpretar<br>Inferir | -Explicar un contenido usando diferentes formatos (texto, imagen, audio, video..)<br>-Realizar un mapa conceptual<br>-Redactar artículos periodísticos y publicarlos<br>-Comentar en foros<br>-Relacionar eventos o sucesos | -Drive (Presentaciones, Documentos,..)<br>-Genially<br>-YouTube<br>-Coggle<br>-Blogger<br>-Sites<br>-ThingLink<br>-HP Reveal<br>-Nushu<br>-EdPuzzle<br>-Classroom Screen |
| **RECORDAR** | Localizar<br>Identificar<br>Nombrar<br>Listar<br>Resaltar<br>Marcar<br>Denominar | -Listar las partes de algo usando diferentes formatos (texto, imágenes, dibujos..)<br>-Elaborar un recopilatorio de contenidos y temas<br>-Subrayar o marcar contenidos y conceptos importantes<br>-Marcar contenidos para visualizarlos porsteriormente<br>-Realizar glosarios<br>-Hacer “flashcards”<br>-Buscar información sobre un tema<br>-Identificar datos relevantes en un tema o contenido | -Google Search<br>-Symbaloo<br>-Calendario<br>-Classroom Screen<br>-Nushu<br>-Drive (Presentaciones, Documentos..)<br>-Jamboard |

# 4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS COGNITIVOS QUE INTERVIENEN EN EL APRENDIZAJE

Para la descripción de las tareas del **eje horizontal del paisaje de aprendizaje** me basaré en la descripción que aparece en la siguiente tabla sobre los **procesos cognitivos** clave que intervienen en el aprendizaje según la Neurodidáctica:

| PROCESO COGNITIVO | DESCRIPCIÓN | ACTIVIDADES EN EL AULA |
|---|---|---|
| **CURIOSIDAD/**<br>**SORPRESA** | "Energía, estado motivacional persistente que lleva al comportamiento exploratorio y que se encuentra presente con mayor intensidad en unos individuos que en otros." "Respuesta a un conflicto cognitivo" (Berlyne, 1960; Berlyne 1978)<br>"En todo ser humano se producen a diario desequilibrios cognitivos, entre lo que conoce y lo que desconoce. El organismo, en búsqueda permanentemente del equilibrio, busca respuestas, se plantea interrogantes, investiga, descubre, hasta llegar al conocimiento que le hace regresar al equilibrio cognitivo." (Piaget, 1967)<br>"La curiosidad, lo que es diferente y sobresale en el entorno, enciende la emoción. Y con ella, con la emoción, se abren las ventanas de la atención, foco necesario para la creación de conocimiento." (Francisco Mora, 2013) | -Hacer más preguntas que dar respuestas<br>-Provocar situaciones que produzcan una disonancia cognitiva<br>-Introducir elementos inesperados en el trabajo en el aula<br>-Relacionar los contenidos con las vivencias propias de los alumnos<br>-Promover el conocimiento de culturas diferentes<br>-Invitar a personas que hayan vivido experiencias únicas<br>-Entrevistar a expertos sobre un tema<br>-Hacer salidas "sorpresa" fuera del aula<br>-Favorecer el pensamiento crítico y escéptico |

| | | |
|---|---|---|
| **ATENCIÓN** | "Mecanismo neuronal que<br>regula y focaliza el organismo, seleccionando y organizando<br>la percepción, y permitiendo que un estímulo pueda dar lugar a<br>un impacto." (A. Estévez-González a, C. García-Sánchez b, C. Junqué, 1997)<br>"Redes atencionales que hacen intervenir circuitos neuronales y regiones cerebrales concretas.Existen tres redes neurales o sistemas de regiones cerebrales que están interconectadas (Posner y Rothbart, 2007):<br>Una **red** que nos permite alcanzar y mantener un estado **de alerta**.<br>Una **red** que **permite orientar la atención** y seleccionar la fuente del estímulo sensorial.<br>Una **red ejecutiva** relacionada con los procesos de control que suministra la base del comportamiento voluntario y que permite regular pensamientos, emociones o acciones.<br>Ésta es especialmente relevante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. | -Establecer ciclos de trabajo o intervalos de 10-20 minutos<br>-Iniciar la clase con alguna actividad novedosa o que suponga un reto<br>-Utilizar variedad de actividades para trabajar un contenido<br>-Comenzar con alguna actividad que implique movimiento o ejercicio físico<br>-Comenzar con alguna actividad que despierte la curiosidad<br>-Establecer rutinas para aquellas actividades que exijan mayor atención: silencio, música suave, postura corporal…<br>-Proyectar el tiempo de realización de la tarea en una pantalla<br>-Plantear preguntas o desafíos a lo largo del desarrollo de una explicación o realización de una actividad<br>-Controlar el nivel de dificultad de la tarea<br>-Trabajar por parejas o equipos<br>-Usar estrategias de autorregulación (tiempo, uso de materiales necesarios, espacio..) |

| | | |
|---|---|---|
| **MOTIVACIÓN (TEORÍA DE LA DETERMINACIÓN)** | "La TAD es un enfoque hacia la motivación humana y la personalidad que usa métodos empíricos tradicionales mientras emplea una metateoría que enfatiza la importancia de la evolución de los recursos humanos internos para el desarrollo de la personalidad y la autorregulación de la conducta.Inductivamente, usando los procesos empíricos, hemos identificado tres necesidades psicológicas innatas que son la base de la automotivación(motivación intrínseca): -la **necesidad de ser competente**<br>-la de **relacionarse**<br>- y la de **autonomía**<br>que parecen ser esenciales para facilitar el funcionamiento óptimo de las propensiones naturales hacia el crecimiento y la integración, así como para un desarrollo social constructivo y el bienestar personal."(R.Ryan; E.Deci, 2000) | -Promover feedback positivo durante la realización de tareas<br>-Definir objetivos orientados al proceso y no al resultado<br>-Diseñar objetivos con un nivel de dificultad adecuado<br>-Dar la posibilidad de elegir por parte del alumno durante el proceso de aprendizaje<br>-Explicar el propósito de la actividad<br>-Fomentar el trabajo en equipo y la interacción entre los alumnos<br>-Utilizar las recompensas en una justa medida<br>-Favorecer estados de flujo, al crear ambientes psicológicos óptimos<br>-Dar importancia a la necesidad de aprender o dominar contenidos para evolucionar en un proceso<br>-Implicar a los alumnos en las tomas de decisiones<br>-Evaluación centrada en el progreso personal y el dominio de la tarea<br>-Dotar de tiempo suficiente para la realización de las tareas dependiendo de su dificultad |

| | | |
|---|---|---|
| **FUNCIONES EJECUTIVAS** | "Capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz,creativa y aceptada socialmente.La forman 4 componentes esenciales:<br>-formulación de metas<br>-planificación de procesos y estrategias para lograr los objetivos<br>-ejecución de planes<br>-aptitudes para llevar a cabo esas actividades" (M. Lezak, 1982) | -Juegos de mesa<br>-Juegos de cartas<br>-Juegos y actividades físicas<br>-Juegos y deportes en equipo<br>-Juegos de rol e imitación<br>-Teatralización y "role playing"<br>-Resolución de problemas y acertijos<br>-Planificación de tareas y su ejecución<br>-Organizadores gráficos para rutinas de pensamiento<br>-Narrar historias<br>-Describir personas, lugares y situaciones<br>-Diseñar soluciones alternativas a un problema o plan de acción<br>-Inventar finales diferentes para una historia o libro<br>-Usar metáforas<br>-Aprender un idioma<br>-Descifrar un código<br>-Aprender a tocar un instrumento |
| **MEMORIA DE TRABAJO** | "Es el tipo de memoria a corto plazo que utilizamos para retener información, acciones o pensamientos para utilizarlos inmediatamente en el propio razonamiento, en la resolución mental de problemas en curso o en la toma de decisiones" (I. Morgado, 2005) | -Buscar las diferencias entre varios elementos<br>-Recordar una lista de palabras<br>-Recordar fragmentos de un contenido que se acaba de leer<br>-Usar un código oculto para descifrar un mensaje<br>-Resolver un problema a partir de un algoritmo<br>-Programar un robot<br>-Juegos de memoria<br>-Seguir las instrucciones de montaje de un robot<br>-Seguir los pasos de una receta |

| | | |
|---|---|---|
| **MEMORIA EXPLÍCITA** | "Está formada por los recuerdos deliberados y conscientes que tenemos sobre nuestro conocimiento del mundo o sobre nuestras experiencias personales. Es fácil de declarar verbalmente, por lo que se conoce como memoria declarativa." (I. Morgado, 2005) | -Enseñar y usar estrategias de metacognición en el aula (mapas y organizadores conceptuales, "flashcards", técnicas de marcado y subrayado, reglas mnemotécnicas..)<br>-Enseñar técnicas o hábitos de higiene de la memoria (sueño, estrés, alimentación, ejercicio..)<br>- Ejercitar la memoria de datos y eventos<br>-Favorecer la conexión entre los conceptos recién aprendidos y los ya adquiridos<br>-Hacerse preguntas y responderlas sin usar ningún apoyo<br>-Usar diferentes tipos de contenido para transmitir y asimilar la información (texto, imagen, sonido, dibujos, gráficos...)<br>-Debatir y reflexionar en grupo sobre un tema o contenido |
| **MEMORIA IMPLÍCITA** | "Está formada por los recuerdos básicamente inconscientes en que se basan nuestros hábitos perceptivos y motores. Es el tipo de memoria que participa en procesos como la habituación, el condicionamiento clásico, condicionamiento instrumental, aprendizaje perceptivo, aprendizaje motor..." (I. Morgado, 2005) | -Asociar un contenido a un estímulo (imagen, música, olor...)<br>-Repetir mediante la práctica continuada hábitos y conductas<br>-Practicar mucho los procesos que necesitan de una automatización para poder llevar a cabo otros más complejos (leer, sumar, aprender a escribir..) |

# 5. DISEÑO DE LA VERSIÓN NEURODIDÁCTICA DEL PAISAJE DE APRENDIZAJE

Con todos estos elementos analizados, ya tenemos los datos para diseñar un paisaje de aprendizaje que definirá una serie de actividades realizadas con herramientas digitales que a su vez incluyen los principales componentes del aprendizaje según la Neurodidáctica.

| | CURIOSIDAD | ATENCIÓN | MOTIVACIÓN | FUNCIONES EJECUTIVAS | MEMORIA DE TRABAJO | MEMORIA EXPLÍCITA | MEMORIA IMPLÍCITA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CREAR | -Construir un robot de **Lego Education** siguiendo unas instrucciones, cambiar alguna parte de la construcción y comprobar qué es lo que ocurre al hacerlo. | -Diseñar mediante **Scratch** un escenario y un video que sirva de base a una campaña publicitaria sobre un tema social. | -Diseñar y construir elementos dentro de un escenario o mundo de **MinecraftEdu**, tomando decisiones individuales y por equipos. | -Inventar un juego donde se pongan en práctica las competencias y conocimientos clave de algún tema o contenido y darle forma con **Genial.ly** | -Programar un robot mediante **Scratch** o **Lego Education** para que haga una determinada tarea. | -Elaborar el guión de un documental sobre un tema o contenido y producirlo usando algún medio audiovisual como **Youtube** | -Practicar la programación y construcción de robots, con **Scratch** o **Lego Education.** |
| EVALUAR | -Usar **Expediciones** de Google y **Google Cardboard** para experimentar un recorrido virtual por algún lugar o acontecimiento histórico | -Debatir en **Groups** sobre las causas de algún suceso científico o histórico | -Elaborar un cuestionario con **Quizziz** por parejas o equipos para que sea resuelto por el resto de compañeros. | -Planificar y diseñar por equipos un proyecto de investigación sobre un tema o contenido, a través de trabajo compartido en **Drive** | -Viajar con **Google Earth** a lo largo del mundo visitando los principales puntos de interés sobre algún suceso o personaje histórico y adivinar de qué o quién se trata. | -Comentar los proyectos elaborados y publicados en **Sites** o **Classroom** por el resto de compañeros, justificando las ideas expuestas y corrigiendo los posibles errores. | -Practicar el uso de herramientas de comunicación y expresión como **Classroom**, **Sites** o **Groups**. |
| ANALIZAR | -Usar contenido de Realidad Aumentada creado con **HP Reveal** para hacer comparaciones de conceptos o lugares. | -Analizar la información de un gráfico creado con **Formularios** de Google<br>-Hacer una tabla comparativa entre varios elementos o conceptos con **Documentos** o **Presentaciones** de Google | -Seleccionar cada alumno información relevante para ellos sobre el tema o contenido y compartirla en **Classroom** explicando el por qué de su selección. | -Comparar dos mapas en el tiempo con **Google Earth** y diseñar soluciones alternativas o diferentes a problemas reales. | -Resumir los principales puntos de un artículo o texto y exponerlos en **Jamboard** en formato visual. | -Realizar una crítica sobre algún tema, contenido, artículo o libro, grabarlo en video y subirlo a **YouTube** | -Practicar el uso de herramientas de grabación y edición de video como **Youtube** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APLICAR | -Participar en una videoconferencia con algún experto en el tema o contenido a través de **Hangouts Meet** | -Seleccionar imágenes y contenidos audiovisuales para elaborar una presentación interactiva con **ThingLink** | -Resolver por equipos un cuestionario de **Quizziz** relacionado con el tema y ganar puntos para obtener un privilegio para el equipo. | -Resolver un problema relacionado con el tema o contenido tras hacer una visita virtual con **Expediciones** de Google | -Seguir las instrucciones para elaborar un itinerario de viaje recorriendo varios puntos claves, usando **Maps** de Google. | -Realizar una exposición de contenidos usando diferentes medios y formatos interactivos con **ThingLink** o **Genially** | -Practicar el uso de herramientas de presentación interactivas, como **ThingLink** y **Genially** |
| COMPRENDER | -Redactar un artículo con **Documentos** de Google explicando algún dato curioso o desconocido sobre el tema | -Realizar un mapa conceptual con **Coggle** que recoja las principales ideas o conceptos del tema | -Comentar con un compañero o con el equipo las principales ideas sobre el tema, crear un **Documento** y subirlo a **Classroom**. | -Hacer una entrevista "imaginaria" por parejas, donde uno será un experto famoso y el otro un periodista, y publicarla en **Sites** o en **Blogger** | -Buscar las diferencias entre varios elementos o personajes que se proyectarán en **Classroom Screen** | -Iniciar un debate en **Groups** sobre el tema o contenido tratado en clase | -Practicar el uso de la subida de documentos a la aplicación **Classroom** |

# VII.CONCLUSIONES

Las **principales conclusiones** que se pueden extraer del análisis del contexto y del diseño del proyecto son:

1. Las **herramientas TIC** son un elemento normalizado en el aula, como instrumentos que utilizan los docentes para acompañar el proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollar la competencia digital del alumnado.

2. Los **procesos cognitivos básicos** que intervienen en el aprendizaje son conocidos por la mayoría de los docentes, si bien, hay algunos de ellos que no se saben identificar durante la utilización de herramientas digitales.

3. Las herramientas TIC-TAC, junto con los objetivos y contenidos didácticos que establece el docente, determinan qué tipo de **procesos cognitivos se trabajan y estimulan en los alumnos** durante su proceso de aprendizaje, pero para ello es necesario que éste sepa identificarlos para así diseñar actividades con este fin.

4. Las herramientas TIC-TAC, junto con el uso de diferentes metodologías activas, constituyen un instrumento de apoyo para el docente que le permite desarrollar las **competencias y habilidades clave del siglo XXI**.

# VIII. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

A partir de este diseño de un escenario de aprendizaje basado en el uso de las TIC-TAC y de los procesos cognitivos asociados a su uso se ve necesaria la implementación de este proyecto en contextos de aula reales.

Por tanto una **propuesta de trabajo para desarrollar a partir del proyecto TIC-TAC Neuro** sería:

1. Dotar a los docentes de los conocimientos básicos sobre todos los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje y de las herramientas TIC más idóneas para su desarrollo.

2. Dotar a los alumnos de los conocimientos básicos sobre todos los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje y de cómo los desarrollan cuando usan determinadas herramientas TIC.

3. Aplicar la versión de este paisaje a un nivel educativo concreto, teniendo en cuenta las competencias curriculares y los contenidos del nivel, la madurez cognitiva de los alumnos, así como su destreza en el uso de las TIC-TAC.

4. Implementar el paisaje para trabajar un contenido curricular determinado, de modo que los alumnos pudieran trabajar los contenidos de manera autónoma y motivadora.

5. Evaluar la influencia de la aplicación del proyecto en la adquisición de habilidades cognitivas y competencias curriculares, mediante algún sistema de evaluación objetivo.

# IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **Hotwire. Wired Consulting**. "Entendiendo a la Generación Alfa". (2018)

2. **Marina. J.A.** "Educación en un entorno VUCA". Revista Universo UP (2014)

3. **Cabero Almenara, J**. "Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)" Revista de Tecnología , Ciencia y Educación, Num. 1. (2015)

4. **Instituto de Tecnologías Educativas** "Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del milenio en los países de la OCDE." (2010)

5. **World Economic Forum**. "What are the 21st-century skills every student needs?" (2016)

6. **Ministerio de Educación, Cultura y Deporte** «BOE» núm. 52, de 1 de marzo de 2014 Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

7. **Dehaene, S**. "¿Cómo aprendemos?: Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro." Ed. Siglo XXI (2019)

8. **Pascual-Leone, A et al**. "The Plastic Human Brain Cortex" Center for Non-Invasive Brain Stimulation, Department of Neurology, Beth Israel, Deaconess Medical Center, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts (2005)

9. **Bueno, D**. "Genes y plasticidad neural:educando el futuro". El ágora de la neuroeducación. Ed. Octaedro. (2019)

10. **Merzenich, M**. "Soft-Wired: How the new science of brain plasticity can change your life" Parnassus Publishing (2013)

11. **Qustodio**. "Familias hiperconectadas: el nuevo panorama de aprendices y nativos digitales." (2019)

12. **National Institute in Drug Abuse**. "Longitudinal Study of Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD Study)" (2019)

13. **Jiménez Becerra**, I. y **Escobar Mahecha**, C. "Uso didáctico del videojuego educativo para la enseñanza de las ciencias sociales: un estado del arte" (2016)

14. **Latham, A. et al**. "The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities." Frontiers of Psychology (2013)

15. **Contreras Espinosa, R**."Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación". RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2016)

16. **Guillen, J**. " Gamificación desde la neuroeducación" Escuela con Cerebro.(2017)

17. **Willis, J**. "A Neurologist Makes the case for the video game model as a learning tool" Edutopia.(2011)

18. **Ryan, R.M, y Deci, E.L** "Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being " University of Rochester (2000)

19. **Rodriguez R. y Santiago R**. "Gamificación: Cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula." Digital Text (2015)

20. **Fernandez Galera, J**. "Si no hay emoción no sirve la gamificación**."** Escuela de experiencias. (2019)

21. **Diamond, A**. "Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions." Curr Dir Psychol Sci. (2012)

22. **Giraldo León, C.I**. "Funciones ejecutivas y creatividad en videojugadores expertos e inexpertos." Universidad Nacional de Colombia (2017)

23. **Fernandez Galera, J**. "Qué es un escape room y cómo integrarlo en el aula**"** Escuela de experiencias. (2019)

24. **Toca Torres, C.E y Carrillo Rodriguez ,J**. "Los entornos de aprendizaje inmersivo y la enseñanza a ciber-generaciones." Revista Educación e Investigación. Universidad de Sao Paulo. (2019)

25. **Riva, G. y Wiederhold, B**. "Neuroscience of Virtual Reality: From Virtual Exposure to Embodied Medicine." Journal of Cyberpsychology Behavior and Social Networking. (2019)

26. **Maddox, T**. "Immersive Learning:A Neuroscience Perspective." Tech Trends (2019)

27. **Ujeda, M**. "Aprendizaje flexible con Realidad Virtual" Colegio Mirasur (2019)

28. **Reig, D**. "Socionomía: ¿Vas a perderte la revolución social?" Grupo Planeta (2012)

29. **Zak, P**. "La molécula de la felicidad: el origen del amor, la confianza y la prosperidad" Ed. Indicios (2012)

30. **Christakis, N.A y Fowler, J.H**. "Conectados: el sorprendente poder de las redes sociales y cómo nos afectan" Ed. Taurus (2010)

31. **Tomasello, M**. "Why we cooperate?" Ed. Boston Review Books (2009)

32. **Schmidt, F.H y Sommerville, J. "**Fairness Expectations and Altruistic Sharing in 15-Month-Old Human Infants." Plos One (2011)

33. **Manes, F.** "Altruismo y cerebro, el impacto social que tienen las conductas desinteresadas." Infobae (2019)

34. **Fowler, J.H y Christakis, N.A**. "Cooperative behavior cascades in human social networks." PNAS (2010)

35. **Hernando, A**. "Viaje a la Escuela del siglo XXI." Fundación Teléfonica. (2015)

36. **Churches, A.** "Bloom's Digital Taxonomy", **www.edorigami.wikispaces.com** (2009)

# X. ANEXO

CUESTIONARIO DOCENTE PROYECTO TIC-TAC NEURO

**https://docs.google.com/forms/d/1DFQhQgJGmyUpdb-GQ4XPA5Q9Xg1oD1S1De4rWQ-dgMWg/edit#responses**