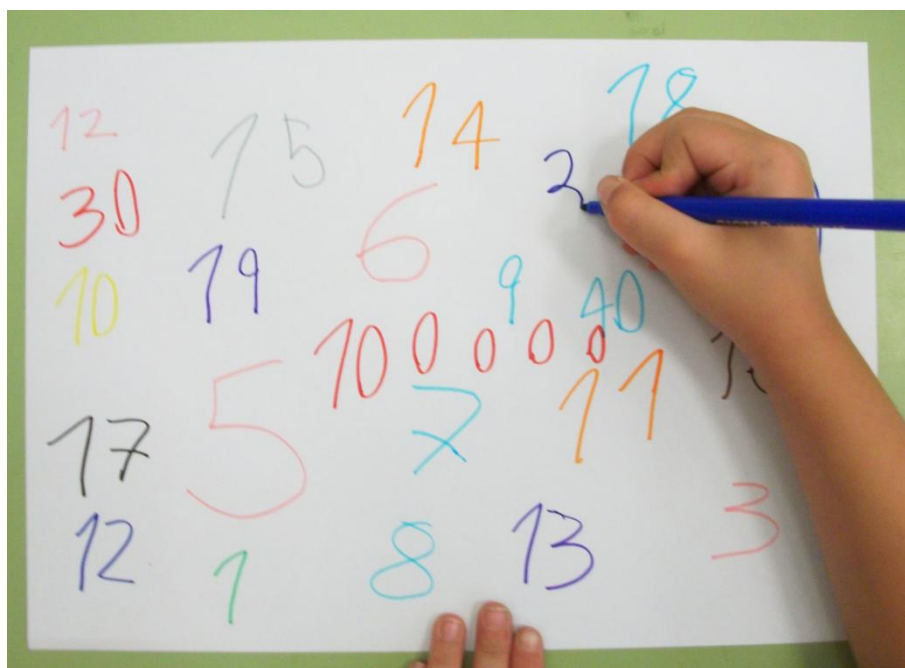


**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA  
COMUNICACIÓN EN EDUCACIÓN (TICEF)**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER:

**LA MEJORA DE HABILIDADES MATEMÁTICAS BÁSICAS EN  
EDUCACIÓN INFANTIL A TRAVÉS DEL PROGRAMA “LA CARRERA  
DE LOS NÚMEROS”**



HELENA EZQUERRA LÓPEZ

TUTORA: Dra. MARÍA ÁNGELES GUTIÉRREZ GARCÍA

JUNIO DE 2014

## **Resumen**

El presente Trabajo de Fin de Máster recoge una investigación educativa llevada a cabo en un grupo de alumnos de Educación Infantil de 5 años de edad, con el objetivo de comprobar la validez del programa "La carrera de los números" para mejorar de las habilidades matemáticas básicas en el alumnado de esta etapa, presente o no dificultades en este área.

Se realiza para ello una intervención educativa que consta de tres fases diferentes: la evaluación inicial, utilizando el test TEMA-3 (*Test of Early Mathematics Ability*) como instrumento de medida; las sesiones en el aula de informática con el software especificado; y un post-test que pretende medir la mejora en este aspecto. Con todo ello, se estudia la eficacia de las TIC para el aprendizaje en esta etapa y, en concreto, para el área de Matemáticas, estableciendo posibles líneas de actuación para el futuro.

## **Palabras Clave:**

Educación Infantil, habilidades matemáticas, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), software adaptativo, La carrera de los números.

## **Abstract**

The following Master Thesis presents an educational investigation carried out with a class of 5 year-old students (Pre-school education) which aims to verify the validity of the software "The number race" when improving the basic mathematical abilities of the children at this stage, whether they present difficulties within this area or not.

An educational intervention, consisting of three phases, was therefore performed: the initial evaluation, using TEMA-3 (*Test of Early Mathematics Ability*) as the measurement tool; the sessions at the computers room with the already specified software; and a "post-test" which intends to measure the improvement in this sense. With all these elements, the effectiveness of ICT as a learning tool within this stage and, in particular, within the area of mathematics, is evaluated, establishing possible options for future development.

## **Key-words:**

Pre-school education, mathematical abilities, Information and Communications Technology (ICT), adaptative software, The number race.

**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>5</b>
2.1. LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS BÁSICAS	5
2.1.1. CONCEPTUALIZACIÓN	5
2.1.2. DESARROLLO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE EDUCACIÓN INFANTIL	6
2.1.2.1. Perspectiva curricular	7
2.1.2.2. Perspectiva psicológica	9
2.2. TEMA-3: “TEST OF EARLY MATHEMATIC ABILITIES”	11
2.3. “LA CARRERA DE LOS NÚMEROS”	13
2.4. LAS TIC Y EL APRENDIZAJE	16
<b>3. INTERVENCIÓN EDUCATIVA</b>	<b>20</b>
3.1. PROPUESTA	20
3.2. OBJETIVOS	21
3.3. CONTEXTUALIZACIÓN	22
3.3.1. El centro	22
3.3.2. Grupo de alumnos: muestra	22
3.4. DESARROLLO Y RESULTADOS	22
3.4.1. PRE- TEST	22
3.4.2. SESIONES CON LA CARRERA DE LOS NÚMEROS	25
3.4.2.1. Sesión introductoria: presentación del juego	26
3.4.2.2. Sesiones grupales	26
3.4.2.3. Sesiones individuales	30
3.4.3. POST-TEST	31
<b>4. DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>5. CONCLUSIONES FINALES</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERENCIAS</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Todos hemos oído en alguna ocasión aquello de “las Matemáticas están en todas partes” e incluso, que nosotros mismos “somos Matemáticas”. En efecto, las Matemáticas están mucho más presentes en nuestro entorno de lo que podemos imaginar y constituyen una forma de comprender la realidad y de acceder a otras formas de conocimiento más complejas y abstractas.

François Le Lionnais señalaba que las Matemáticas “*constituyen una de las formas más reveladoras y sorprendentes del pensamiento humano.*” (Le Lionnais, 1976: 15) pues las Matemáticas deben ser comprendidas como algo inherente al ser humano, propio de su pensamiento, de su desarrollo y, por supuesto, de su proceso de aprendizaje (Aguilar et al. 2010; Alsina, 2006).

Las Matemáticas son más que números y fórmulas, más que geometría y ecuaciones, que constituyen sólo la parte más formal de las mismas (Baroody, 1988). La comprensión de las Matemáticas se inicia en los primeros años de vida con la percepción de las cantidades, la sensibilidad a los cambios producidos en una colección al añadir o quitar elementos (Baroody, 1988; Dehaene, 2011; Desoete y Grégoire, 2006; Fernández Bravo, 2008; Starkey y Cooper, 1980), las nociones sobre orden y secuencias, la capacidad para comparar,... Son estos aspectos elementales los que conforman la base de todo aprendizaje posterior, los “cimientos” de la comprensión de este lenguaje o “pensamiento”. Por ello, como señalan Ginsburg y Baroody (2007:18), tenemos que considerar que “*el conocimiento matemático básico que se enseña en los primeros cursos es la base del éxito en las matemáticas de nivel superior*” y que, además, como explican Salgado y Salinas (2012:55) “*una competencia matemática alta conlleva que el sujeto tenga una comprensión profunda basada en conocimiento de conceptos y destrezas matemáticas básicas (Castro, 2006); dicha competencia se construye desde edades tempranas, por ello una correcta intervención en la etapa de educación infantil en el proceso de enseñanza-aprendizaje es importante para evitar errores que puedan persistir en la edad adulta.*”

Por tanto, y a pesar de la escasa consideración que socialmente se atribuye a esta etapa, es incuestionable la importancia de la Educación Infantil en el desarrollo de las primeras nociones matemáticas que, aunque muy elementales, son, como señala Luisa Ruiz Higuera (Aguilar et al., 2010) primordiales, fundacionales y esenciales, teniendo una enorme repercusión en todo el desarrollo posterior, no sólo desde un punto de vista formativo, sino global, pues concebimos la educación como el desarrollo integral del individuo, lo cual está especialmente acentuado en Educación Infantil (Alsina, 2006; Fernández Bravo, 2008).

Sin embargo, tradicionalmente las Matemáticas han sido la asignatura más temida y odiada por los estudiantes, en gran medida, debido a las grandes dificultades que se generan como consecuencia de errores en esta base y a la falta de una metodología participativa, individualizada, dinámica y motivadora que contribuya al interés de los alumnos (Salgado y Salinas, 2009) partiendo de sus conocimientos y experiencias previa que, desde una perspectiva cognitiva, deben ser siempre el “andamio” sobre el cual se sustentan los nuevos aprendizajes (Baroody y Ginsburg, 1990; y Baroody, 1988).

De este modo, a menudo, las Matemáticas se presentan en las escuelas como una materia compleja, mecánica y cerrada, poniendo el énfasis en los resultados y en la memorización de fórmulas y teoremas frente a las estrategias y razonamientos que suponen la auténtica comprensión de las mismas, lo que genera ese rechazo en los alumnos que conciben las Matemáticas como algo intrincado, ajeno a ellos, inaccesible y hasta confuso cuando, en realidad, como hemos señalado, son una parte innata de su pensamiento complejo.

Frente a ello, a nivel social, a menudo se destacan las Matemáticas sobre otras áreas, de manera que los resultados en esta materia se asocian a la inteligencia del alumno y su éxito en el ámbito académico, empleándose como referencia para diferenciar a “los buenos estudiantes”. Igualmente, estudios como TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) o PISA (*Programme for International Student Assessment*) evalúan el nivel educativo a escala internacional tomando el área matemática como una de las áreas de referencia, insistiendo, una vez más, en la importancia de éste área que se sigue considerando como una de las más relevantes en la formación básica, a nivel internacional.

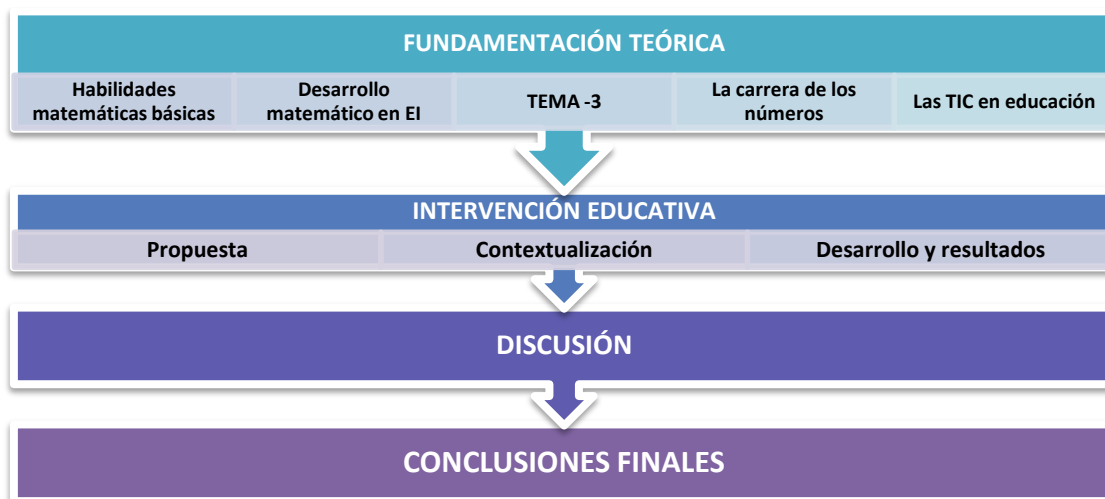
Desde esta perspectiva, y con el objetivo de suprimir estos prejuicios desde los primeros años, nos proponemos incidir en la mejora del desarrollo de las habilidades matemáticas básicas en los primeros niveles educativos. Optamos, además, por un enfoque que se adapte a la realidad del alumnado del siglo XXI para el que la tecnología supone una herramienta más de aprendizaje, tan cotidiana como el tradicional lapicero o el libro. De este modo, se incluyen las TIC como parte fundamental de la metodología, seleccionando como núcleo y herramienta principal de nuestra investigación el programa “La carrera de los números” (*La course aux nombres*), creado por la “Unidad de Neuroimagen Cognitiva” del INSERM –CEA de París, como recurso para mejorar ciertas dificultades asociadas a la discalculia.

Asimismo, con el objetivo de atender la diversidad del aula y las necesidades individuales de cada alumno, vamos a poner énfasis en la inclusión de todo el alumnado, ofreciendo una respuesta educativa que no genere diferencias entre los alumnos, y que atienda especialmente a aquellos alumnos con dificultades.

En definitiva, el presente trabajo recoge la experiencia de una investigación educativa que, apoyándose en el uso de un software educativo especializado en la discalculia, busca verificar su utilidad para la mejora de las habilidades matemáticas básicas en una clase de 5 años, en un centro educativo público de la Comunidad de Madrid.

Para ello, partimos de la conceptualización de lo que denominamos “habilidades matemáticas básicas” y de la definición del marco teórico en el cual, además de las habilidades matemáticas básicas y su desarrollo en Educación Infantil, se explican los instrumentos de medida empleados en la investigación y la importancia de las TIC para el aprendizaje, prestando especial atención al software “La carrera de los números”.

Una vez delimitado el marco teórico nos sumergimos de lleno en la investigación realizada y en las características de la intervención educativa llevada a la práctica, lo cual supone definir la propuesta, el contexto en el que se lleva a cabo y los detalles de las sesiones realizadas, así como de los resultados obtenidos en cada una de las fases. Con todo ello, se realiza, en primer lugar, una discusión centrada en la fase experimental y sus resultados y, por último, unas conclusiones finales que nos permiten aceptar nuestra hipótesis de partida y plantear futuros proyectos de investigación y programas educativos.



## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este apartado vamos a profundizar sobre los cuatro pilares en los que se sustenta el diseño de nuestra investigación:

- Las habilidades matemáticas básicas en Educación Infantil, que son el objeto de estudio sobre el cual se pretende incidir.
- El TEMA-3, el instrumento de medida que utilizaremos para evaluar las habilidades matemáticas y su mejora.
- “La carrera de los números”, el software empleado para tratar de mejorar las habilidades matemáticas de los alumnos.
- Las TIC como recurso para la mejora del aprendizaje, que es la base metodológica en la que nos apoyamos.

De este modo, comenzaremos explicando qué entendemos por habilidades matemáticas básicas y cuál es su proceso de desarrollo durante la etapa de Educación Infantil pues, para poder incidir sobre ello, es preciso, en primer lugar, comprender estos conceptos, haciendo referencia también a las pautas establecidas por el currículo. Por otra parte, explicaremos las características de las distintas herramientas y recursos empleados en la investigación, principalmente: el TEMA-3, como instrumento de medida validado; y “La carrera de los números”, que es el software cuya validez y eficacia, en la etapa de estudio, pretendemos comprobar. Por último, desde una perspectiva más general, resaltaremos la repercusión y ventajas de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en Matemáticas y en la etapa de Educación Infantil, como justificación al uso de este tipo de recursos en el ámbito educativo.

### 2.1. LAS “HABILIDADES MATEMÁTICAS BÁSICAS”

#### 2.1.1. Conceptualización

El concepto de “habilidades matemáticas básicas” se emplea en diferentes textos para hacer referencia a un conjunto de competencias matemáticas elementales, aunque estas difieren según el autor al que aludamos. De este modo puede referirse a habilidades aritméticas, geométricas o a ambas; a aspectos puramente formales o incluir también capacidades que se desarrollan en ámbitos no formales; hacer referencia a aspectos temporales; o considerar diferentes grados de dificultad, en función de las edades a las que nos refiramos. Por lo tanto, no se trata de ningún concepto estandarizado, sino de un término que se adapta a la definición del marco teórico de cada trabajo.

Para nuestra investigación, en base a los recursos empleados tanto como instrumentos de medida, como de aprendizaje, vamos a restringir la noción de “habilidades matemáticas básicas” al campo de la aritmética, *“la reina de la Matemática”* según Gauss (citado por Reid, 2008:117), pues constituye una parte fundamental dentro de las Matemáticas, que repercute también en otras áreas dentro de ésta.

La aritmética, según la Real Academia Española constituye *la “parte de las matemáticas que estudia los números y las operaciones hechas con ellos.”* Sin embargo, dentro del ámbito de la Educación Infantil, queda mucho más restringido, y con ello, nos estaremos refiriendo a la noción de número en su

aspecto cardinal y ordinal, su representación (identificación, denominación y escritura), la cantinela numérica, estrategias de conteo, operaciones de adición y, en menor medida, de sustracción.

No obstante, siguiendo a Ginsburg y Baroody (2007), tenemos que comprender estas habilidades aritméticas en su sentido más amplio, englobando tanto el conocimiento matemático formal, considerado como *“las habilidades y conceptos que el niño aprende en la escuela”*; como informal, que comprende las *“nociones y procedimientos adquiridos fuera del contexto escolar”* (Ginsburg y Baroody, 2007:16). Todo ello implica, además, que no nos referimos a contenidos o aprendizajes puramente conceptuales, sino que se consideran también aspectos procedimentales y actitudinales, es decir, las habilidades y estrategias empleadas por los alumnos, lo cual está muy ligado también a la noción de *“competencia”*<sup>1</sup>.

Asimismo, aunque el énfasis se sitúa en la aritmética, hablamos de *“habilidades matemáticas básicas”* y no de *“habilidades aritméticas básicas”* porque tanto en el juego de *“La carrera de los números”* como en tareas de carácter aritmético como podría ser el conteo, entran en juego otras capacidades que superan lo puramente aritmético, como es el caso de la orientación y percepción del espacio y el tiempo. En el caso de *“La carrera de los números”*, como veremos más adelante, el sentido del espacio es un objetivo que se trabaja de forma directa, si bien es cierto que se plantea asociado al número, incidiendo también en ciertas nociones relativas a la medida.

En definitiva, a lo largo del presente documento, se empleará el concepto de *“habilidades matemáticas básicas”* para referirnos a un área muy concreta de la competencia matemática que incluye, fundamentalmente, habilidades y conceptos aritméticos y de orientación en el espacio en un nivel de Educación Infantil, es decir, para niños de hasta seis años.

### **2.1.2. Desarrollo matemático en niños de Educación Infantil**

En primer lugar, es preciso delimitar la etapa educativa a la cual se refiere todo el trabajo: Educación Infantil. Ésta, según el primer artículo del Real Decreto 1630/2006, *“constituye la etapa educativa con identidad propia que atiende a niñas y niños desde el nacimiento hasta los seis años”*. No obstante, no abarcaremos la etapa en su conjunto, sino únicamente el último curso del segundo ciclo, es decir, el alumnado de cinco a seis años.

Para estudiar el proceso de desarrollo en el ámbito matemático que se produce en los niños de esta edad, vamos a realizar un análisis desde dos vertientes diferentes: el currículo y el desarrollo cognitivo desde un enfoque psicológico.

---

<sup>1</sup> *“El concepto de competencia pone el acento en el hacer y en el saber hacer, es decir, en la movilización o aplicación del conocimiento, subrayando de este modo la importancia de la funcionalidad de los aprendizajes escolares. No basta con adquirir unos conocimientos, retenerlos y memorizarlos, ni siquiera con memorizarlos comprensivamente; además, hay que movilizarlos, hay que utilizarlos cuando la situación y las circunstancias lo requieran»,* entendiendo que una competencia *«es siempre el resultado de la realización e integración de múltiples aprendizajes de naturaleza distinta: de procedimientos, de actitudes, valores y normas, y también de hechos y conceptos”* Coll (2007, pp.20-21).



### 2.1.2.1. La etapa de Educación Infantil y las Matemáticas: una perspectiva curricular<sup>2</sup>

Según el Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil, como etapa educativa, ésta se caracteriza por esa “*identidad propia*” que antes hemos mencionado, y que viene marcada tanto por la edad y características del alumnado, como por su carácter voluntario, que determinan el uso de unos métodos de trabajo basados en “*las experiencias, las actividades y el juego*” que se aplican “*en un ambiente de afecto y confianza, para potenciar su autoestima e integración social*”.

Otro rasgo distintivo que debemos destacar es el principio de globalización que determina que no exista un “*área matemática*” como tal, pues se concibe como parte de las tres áreas que se distinguen en Educación Infantil: *Conocimiento de sí mismo y autonomía personal; Conocimiento del entorno y Lenguajes: comunicación y representación*. En cualquier caso, según este carácter globalizador, debemos entender que la separación de las tres áreas responde más a criterios organizativos que a la forma de trabajo o a la percepción de la realidad por parte del niño:

*“Estas áreas deben entenderse como ámbitos de actuación, como espacios de aprendizajes en todo orden: de actitudes, procedimientos y conceptos, que contribuirán al desarrollo de niñas y niños y propiciarán su aproximación a la interpretación del mundo, otorgándole significado y facilitando su participación activa en él.”* (Artículo 6)

De este modo, se considera que es el enfoque global lo que proporciona un mayor significado a los aprendizajes, pues aparecen conectados entre sí, tal y como se dan en la realidad, que es como percibe el niño su entorno, sin asignaturas separadas y clasificaciones artificiales: “*buna parte de los contenidos de un área adquieren sentido desde la perspectiva de las otras dos, con las que están en estrecha relación, dado el carácter globalizador de la etapa*”.

Por ello, aunque nos centremos en las habilidades matemáticas básicas -aparentemente más ligadas al área de Conocimiento del entorno- inevitablemente estaremos trabajando también contenidos de otras áreas. De este modo, el objetivo de desarrollar las habilidades matemáticas implica una aproximación al lenguaje matemático y el desarrollo de una serie de estrategias y habilidades que fomentan la autonomía, ayudan a la resolución de problemas cotidianos y facilitan la comprensión del entorno así como el proceso de socialización, englobando, por consiguiente, las tres áreas del currículo.

Asimismo, es necesario insistir en el objetivo principal de esta etapa, que “*se orienta a lograr un desarrollo integral y armónico de la persona en los distintos planos: físico, motórico, emocional, afectivo, social y cognitivo*”, lo cual está íntimamente ligado a ese carácter globalizador y reitera la importancia de atender las necesidades del alumno en su totalidad, contribuyendo a su desarrollo en el sentido más amplio.

Por otra parte, si nos ceñimos al ámbito de las Matemáticas, se establece entre los objetivos principales de la etapa (artículo 3): “*Desarrollar habilidades comunicativas en diferentes lenguajes y*

---

<sup>2</sup>Nos referimos al Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil; y el Decreto 17/2008, de 6 de marzo, del consejo de Gobierno, por el que se desarrollan para la Comunidad de Madrid las enseñanzas de la Educación Infantil; ya que nos encontramos en la Comunidad de Madrid.

*formas de expresión” e “Iniciarse en las habilidades lógico-matemáticas, en la lecto-escritura y en el movimiento, en el gesto y el ritmo”.*

Los contenidos relacionados con las Matemáticas se desarrollan principalmente en el área de *Conocimiento del entorno*, concibiendo el medio como *“la realidad en la que se aprende y sobre la que se aprende”*, es decir, enfatizando en ese carácter experimental y vivencial de la etapa. Así, se considera que el desarrollo de las habilidades matemáticas está ligado a la comprensión y observación del entorno y sus elementos:

*“El niño indaga sobre el comportamiento y las propiedades de objetos y materias presentes en su entorno: actúa y establece relaciones con los elementos del medio físico, explora e identifica dichos elementos, reconoce las sensaciones que producen, se anticipa a los efectos de sus acciones sobre ellos, detecta semejanzas y diferencias, compara, ordena, cuantifica, pasando así de la manipulación a la representación, origen de las incipientes habilidades lógico matemáticas”.*

Los objetivos y contenidos relacionados con las Matemáticas se centran en la discriminación de los atributos y cualidades de elementos; la clasificación, agrupamiento, orden y cuantificación de colecciones; el uso de comparaciones y cuantificadores; el conteo y uso de cardinales; la serie numérica; el uso de los números en la vida cotidiana; los números ordinales; la medida e instrumentos de medida; el tiempo; y la orientación espacial. Además, en el área de lenguajes se subraya la importancia del lenguaje matemático *“que se refiere a la representación de aquellas propiedades y relaciones entre objetos”* incidiendo en los aspectos comunicativos asociados a las Matemáticas y a las diferentes formas de representación.

Si nos restringimos al ámbito de la Comunidad de Madrid, el Decreto 17/2008, de 6 de marzo, del consejo de Gobierno, por el que se desarrollan para la Comunidad de Madrid las enseñanzas de la Educación Infantil, mantiene lo señalado en el currículo estatal (RD 1630/2006) y poco aporta o añade respecto al desarrollo matemático.

El único aspecto destacado es la mención la iniciación *“en el conocimiento de las ciencias”*<sup>3</sup> - entre las cuales se encuentra, lógicamente, las Matemáticas - como uno de los objetivos primordiales de la etapa y que supone un cierto énfasis en actividades ligadas a este campo. Frente al RD 1630/2006, en la Comunidad de Madrid, se tiene en cuenta el valor formativo de la ciencia y la importancia que tiene trabajarla desde las primeras etapas educativas, por lo que en el Área 2, *Conocimiento del entorno*, en el Anexo 1 del Decreto, se desarrolla cómo debe realizarse esta aproximación a la ciencia y se justifica su trascendencia:

*“A través de esta área, se va a introducir al niño en nuevos campos del conocimiento que contribuyan a ampliar su universo. Un fundamento básico del saber científico puede establecer una base sólida para futuros aprendizajes y ofrecer al niño expectativas que hagan interesante para él la actividad del estudio. La Ciencia tiene la capacidad de proponer enigmas al niño y ayudarlo a resolverlos. Una iniciación a las ciencias parece la forma idónea de estimular y satisfacer la curiosidad infantil”.*

---

<sup>3</sup> Artículo 4, apartado k.

Ello nos remite de nuevo a la importancia de esta etapa educativa para sentar las bases de los aprendizajes posteriores (Castro et al., 2013; Clements, 2001; Ginsburg y Baroody, 1990 y 2007; Libertus et al., 2013; Praet y Desoete, 2014; Salgado y Salinas, 2012; Sarama y Clements, 2009) que hace que, en palabras de Núñez del Río y Pascual (2011:84) la etapa de Educación Infantil sea *“un momento evolutivo clave para estimular el sentido numérico y animar el desarrollo aritmético en los niños, dada su fuerte capacidad predictora con relación al rendimiento académico posterior”*.

Por lo demás, todo lo mencionado sobre el currículo estatal es válido para la Comunidad de Madrid y, en síntesis, lo que dispone el currículo respecto al desarrollo matemático en Educación Infantil es que debe abordarse de una forma globalizada y considerarse como una iniciación en habilidades lógico-matemáticas que, aunque quedan bastante abiertas para su concreción por parte de los centros y proyectos educativos, giran en torno a la comprensión y utilización del número en sus distintas formas, y la percepción del espacio y el tiempo.

### **2.1.2.2. Desarrollo matemático en niños de 5 años: una perspectiva psicológica**

Como explican Baroody y Ginsburg (1990 y Baroody, 1988) para promover un aprendizaje significativo es necesario, en primer lugar, conocer cómo piensan los niños y cuál es el proceso de desarrollo de este pensamiento matemático (Sarama y Clements, 2009). Para ello, la psicología cognitiva nos descubre aspectos muy relevantes que deben ser considerados.

Desde un enfoque psicológico, la edad de los alumnos determina un periodo de gran plasticidad en el cual todavía no existe una capacidad de abstracción (Fernández Bravo, 2008). Siguiendo a Piaget, señalaríamos que los alumnos se encuentran en un estadio “preoperacional” en el que ya hay un pensamiento simbólico (consecuencia del desarrollo del lenguaje) que les permite realizar ciertas operaciones mentales que irán siendo progresivamente más complejas, pero sin alcanzar un estadio operacional, propio del pensamiento abstracto y relacionado con el pensamiento matemático (Palacios, Marchesi y Coll, 2006; Bringuier, 2004). Sin embargo, la literatura actual apunta a que estas primeras capacidades matemáticas son mucho anteriores de lo Piaget establecía, pudiéndose considerar casi innatas, pues se ha comprobado que ciertas nociones como la percepción de cantidades, están ya presentes en bebés (Baroody, 1988; Clark y Grossman, 2007; Dehaene, 2011; Fernández Bravo, 2008; Praet y Desoete, 2014; Starkey y Cooper, 1980; Wynn et al., 2002). Estas capacidades primigenias e intuitivas evoluciona gracias a las diferentes experiencias tanto en contextos formales como informales, de forma paralela al desarrollo cognitivo general (Alsina, 2006; Baroody, 1988; Fernández Bravo, 2008; Ginsburg y Baroody, 2007; Navarro et al., 2011). De este modo, inicialmente los niños son capaces de representar el número y conceptos aritméticos de forma no verbal (Clark y Grossman, 2007), lo que algunos autores denominan “fase de preconteo” (Ginsburg y Baroody, 2007). Esta habilidad dará lugar a habilidades de conteo, que irán haciéndose progresivamente más complejas en su representación a través de símbolos convencionales y signos (fase de números escritos), lo que permite pensar en números mayores y operar con ellos (Desoete y Grégoire, 2006; Ginsburg y Baroody, 2007).

La comprensión del número y el aprendizaje de la secuencia numérica constituyen, por tanto, uno de los aprendizajes fundamentales dentro de ese pensamiento matemático. Mientras que la noción de

cantidad tiene un origen casi innato (Dehaene, 2011; Starkey y Cooper, 1980; Wynn et. al., 2002), la designación del número responde a convenciones que progresivamente deben ir aprendiendo y otorgando un significado. De este modo, el aprendizaje de la cantinela numérica inicialmente se basa en la reproducción de una serie de palabras sin sentido, estableciendo poco a poco relaciones entre los numerales que les permite recitar la secuencia hasta números elevados. Por ello, actualmente se considera fundamental apoyar este aprendizaje desde el ámbito educativo, ya que el conteo supone una habilidad útil para los niños que adquiere significado el emplearla en diferentes contextos. (Castro et al., 2013).

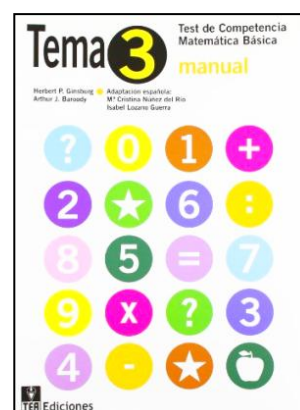
De forma paralela a la comprensión del número y la secuencia numérica se desarrollan conceptos como la cardinalidad y se mejoran las destrezas que permiten enumerar y contar colecciones sin necesidad de tocar los objetos (Castro et al., 2013), estableciéndose una relación entre los conocimientos informales y formales (Baroody, 1988). A los 3 años, aunque el conteo no está afianzado, los niños ya pueden percibir los cambios que se producen al eliminar o añadir objetos en una colección. En consecuencia, aunque con cantidades pequeñas, pueden comprender aspectos básicos de la adición o la sustracción por lo que la investigación señala que, antes de primaria, los niños ya están preparados para desarrollar cierta competencia aritmética (Castro et al., 2013; Dehaene, 2011; Wynn et al., 2002). Entre los 4 y los 6 años, dependiendo de la instrucción y estimulación, los niños aprenden a representar por escrito los números, lo que supone un paso más en el razonamiento numérico abstracto. Asimismo, a los 5 años, los niños ya han aprendido la secuencia numérica, el principio de cardinalidad y han desarrollado la capacidad de convertir palabras numéricas en cantidades significativas, que junto con esta identificación y escritura de los números, les permite resolver problemas con cantidades numéricas mayores (Castro et al., 2013).

En definitiva, en lo que concierne a nuestra investigación, cabe destacar que los alumnos de 5 años se encuentran en pleno proceso de afianzamiento del concepto de número y de la secuencia numérica. Sus conocimientos les permiten realizar operaciones aritméticas en un formato simbólico (en su representación escrita), pero es necesario reforzar todas estas capacidades para ayudar a los alumnos a desarrollar aprendizajes tan complejos de una forma significativa.

## 2.2. TEMA- 3: “TEST OF EARLY MATHEMATICS ABILITY”

El TEMA-3 es la tercera edición del *Test of Early Mathematics Ability – TEMA-*, un test normativo, fiable y válido, creado por Ginsburg y Barrody, que nos permite evaluar las habilidades matemáticas básicas en niños de entre 3 y 8 años (ambos inclusive).

La primera versión del TEMA se publicó en Estados Unidos en 1983 con el objetivo de proporcionar un test que permitiera detectar las dificultades en Matemáticas en los primeros años de escolaridad, orientándose inicialmente para alumnos de 4 a 8 años. Desde esta primera versión, se ha ampliado la edad de aplicación y se han incluido nuevos ítems y pruebas que nos permiten realizar una evaluación más exhaustiva del alumnado y utilizar el test tanto para diagnosticar dificultades, como para medir el nivel de competencia matemática del alumnado de las edades a las que se dirige (independientemente de que presenten o no dificultades), según diferentes parámetros (Ginsburg y Baroody, 2007).



Lo más destacado de este test, además de su validez y fiabilidad estadísticamente comprobada -con un valor de alfa de Cronbach que en promedio se sitúa en 0,92 (Ginsburg y Baroody, 2007)-, es la evaluación global que realiza del conocimiento matemático, que incluye tanto aspectos formales como informales. Se considera que la competencia matemática, especialmente en estas edades, se compone de lo que denominan “*matemáticas informales: conceptos de magnitud relativa, conteo y cálculo*” y “*matemáticas formales: conocimientos de los convencionalismos hechos numéricos, cálculos y conceptos de base 10*” (Ginsburg y Baroody, 2007:9) y se incluyen ítems (de forma intercalada) que evalúan cada una de estas facetas.

En total, el TEMA-3 se compone de 72 ítems de los cuales, 41 se refieren a aspectos informales (que no requieren del uso de símbolos escritos) que se pueden agrupar, a su vez a cuatro categorías básicas: numeración, comparación de cantidades, habilidades de cálculo informal y conceptos; y 31 ítems orientados a aspectos formales, que engloban los cuatro componentes anteriormente citados (los convencionalismos, hechos numéricos, cálculos y conceptos de base 10). De este modo, el “*análisis del perfil de los ítems*” nos permite conocer también los puntos fuertes y débiles de cada alumno en base a estas categorías (Ginsburg y Baroody, 2007).

Por otra parte, es preciso resaltar también que el test nos devuelve los resultados según cinco tipos de puntuaciones, que nos facilitan la comparación y comprensión de los mismos: 1) la puntuación directa, numérica, únicamente válida para la escala de esta prueba, sobre un máximo de 72 puntos; 2) la edad equivalente del alumno en función de su puntuación; 3) el curso equivalente; 4) percentil; y 5) el índice de competencia matemática, que se trata de una puntuación estandarizada.

Lógicamente, para que estas puntuaciones tengan sentido, ha sido preciso realizar una adaptación al ámbito y sistema educativo español, probando de nuevo el test para determinar esos percentiles, edades y cursos equivalentes.

La adaptación española del TEMA-3 -que es la versión empleada para el presente trabajo- fue realizada por María Cristina Núñez del Río e Isabel Lozano Guerra y se publicó en 2007 y supone poco más que una traducción de la versión americana (Ginsburg y Baroody, 2007).

La aplicación del test se realiza de forma individual con el alumno y, además de las hojas de anotación de las respuestas, se requiere del uso de un cuaderno estímulos, la hoja de trabajo del alumno, y material manipulable.

Como ya hemos señalado, esta prueba tiene el objetivo de identificar a aquellos niños cuyo desarrollo matemático es significativamente superior a inferior al de sus iguales, pero en el manual, también se citan otras aplicaciones con el alumnado en general (Ginsburg y Baroody, 2007):

- La identificación de fortalezas y dificultades en el ámbito matemático.
- La orientación de las prácticas educativas apropiadas para tratamientos individuales.
- El registro del progreso en el desarrollo de los alumnos
- Como instrumento de medida objetivo, válido y fiable, para los proyectos de investigación. De hecho, desde su primera edición, ha sido un test empleado en muchos profesionales de la educación (Ginsburg y Baroody, 2007); y en el ámbito hispano podemos citar algunos estudios recientes que lo utilizan como referencia para medir el nivel de competencia matemática en alumnos de Educación Infantil y Primaria: Núñez del Río et al. (2010); Núñez del Río y Pascual (2011); Ortiz (2012 y 2009) y Salgado y Salinas (2012).

En definitiva, *“la prueba TEMA-3 establece el nivel de competencia matemática básica y ofrece el perfil de ejecución que caracteriza el desempeño de los alumnos en estas habilidades, a partir de datos estandarizados y actualizados en población española”* (Núñez del Río y Pascual, 2011: 102). Se trata de un test fiable y validado, tanto estadísticamente, como por su trayectoria y constante actualización, que ha hecho que se emplee como referencia para evaluar al alumnado de Infantil y Primaria en diversos estudios. Por ello, éste ha sido el instrumento de medida seleccionado para evaluar la competencia matemática de nuestro grupo de alumnos para la presente investigación y su evolución tras la intervención educativa que se plantea.

### 2.3. “LA CARRERA DE LOS NÚMEROS”

“La course aux nombres” es un software creado originalmente como recurso para mejorar ciertas dificultades asociadas a la discalculia<sup>4</sup> en niños de 5 a 8 años, por el INSERM –CEA Cognitive Neuroimaging Unit<sup>5</sup> (París) (Wilson, Dehaene, et al., 2006; y Wilson, Revkin, et al., 2006).

Se trata de una aplicación *open-source*, con licencia GNU y disponible online de forma gratuita en la página <http://www.thenumberrace.com/nr/home.php>. Cuenta con traducción a varios idiomas (francés –versión original-, inglés, polaco y sueco, en la versión más actual del juego, la versión 3.0; y español, alemán, finlandés, holandés italiano en su versión anterior, 2.3) y está programado en Java, siendo, por tanto, multiplataforma (Wilson, Dehaene, et al., 2006).

La primera versión del programa fue creada por Anna Wilson, con el objetivo de desarrollar un software específico para niños con dificultades matemáticas o discalculia desde una perspectiva científica –del mismo modo que existe software específico para la dislexia, el equivalente en el ámbito lingüístico- (Wilson et al., 2009). Se trata, por tanto, del primer juego dirigido a la mejora de la discalculia basado en la investigación en neurociencia, si bien, puede emplearse también en otros contextos educativos para trabajar aspectos básicos del área de Matemáticas (Wilson, Dehaene, et al., 2006). Para nuestra investigación, aunque no está disponible en español, hemos empleado la versión más actual del software, la versión 3.0.

El objetivo fundamental en que se basa el diseño del juego es la mejora la representación de cantidades o lo que denominan “*number sense*” (que podríamos traducir como “*sentido del número*”), entendido, a grandes rasgos, como la habilidad de comprender, aproximar, representar y manipular cantidades numéricas en un formato no verbal y siendo, por tanto, la habilidad en la que se basan muchas actividades numéricas, incluyendo la representación del número con las grafías árabes, o las operaciones aritméticas más sencillas (Wilson, Dehaene, et al., 2006).

Para desarrollar este “*sentido del número*”, se propone una tarea de comparación de cantidades, las cuales se muestran en diferentes formatos: mediante puntos, a través de la numeración árabe, o como resultado de operaciones aritméticas sencillas. De este modo, el juego consiste en la comparación de dos cantidades entre las cuales siempre hay que elegir la mayor. El número elegido determinará el número de



<sup>4</sup> Puesto que no es objeto de la presente investigación, sólo señalaremos que la discalculia o dificultades en el aprendizaje de matemáticas (DAM) es una dificultad o trastorno de aprendizaje asociado a habilidades aritméticas y de cálculo, no relacionadas con otras capacidades intelectuales, dificultades de aprendizaje o con un retraso cognitivo. La discalculia afecta a un 3-6% del alumnado (valor muy similar al de la dislexia), pero ha sido menos estudiada (Price y Ansari, 2013). Se cree que la discalculia implica una deficiencia en la representación de la cantidad o en su comprensión a través de su representación simbólica. En consecuencia, los niños con discalculia tienden a mostrar un retraso en el desarrollo de los procedimientos utilizados para resolver tareas simples de comparación, suma y sustracción, que afectan al aprendizaje de matemáticas y pueden generar grandes dificultades, por persistir en el tiempo (Wilson, Dehaene, et al., 2006).

<sup>5</sup> El INSERM-CEA Cognitive Neuroimaging Unit, (“Unidad de Neuroimagen Cognitiva”) es un laboratorio dirigido por S. Dehaene y afiliado al INSERM (Instituto Nacional Francés de Salud e Investigación Médica). Se encuentra ubicado en el Centro Neurospin del CEA en el sur de París, Francia, y se dedica a la investigación de las funciones cognitivas humanas, tales como la lectura, el cálculo, el lenguaje y la conciencia, usando una variedad de herramientas de la psicología y la proyección de imagen del cerebro.

casillas que se avanza en el tablero de juego (cuya longitud varía en cada partida, comenzando en 12 casillas) que debe completarse antes que el oponente, en esa supuesta “carrera” que estamos jugando. Por consiguiente, la elección de la cantidad mayor tiene un sentido más allá de la mera tarea de comparación numérica, lo cual genera una motivación en el alumno que comprende más fácilmente que sólo ganará al oponente si en las diversas rondas selecciona la cantidad mayor. Cada vez que se completa el tablero antes que el oponente, como premio, se libera un animal (que dependerá del escenario en el que se juegue, pudiendo elegir entre la selva y el mar) y, tras varias partidas, se accede a un nuevo avatar para jugar.

Sin embargo, tras esta mecánica aparentemente simple, subyacen una serie de principios orientados a la mejora de habilidades matemáticas más específicas, englobadas dentro de ese desarrollo del “sentido del número”. Cabe desatacar (Wilson, Dehaene, et al., 2006):

- La asociación entre la representación de número y espacio, estrechamente vinculadas y que, como en todo juego de mesa (en este caso en versión digital) queda representado al estimar los movimientos dentro del tablero.
- La relación entre la representación no verbal de cantidades y otras representaciones simbólicas (como la numeración arábica) que se consolida con dos métodos: a) el progresivo uso del formato simbólico para la realización de la tarea de comparación; y b) la repetición de la relación entre las tres formas de representaciones de la cantidad, que se realiza tras finalizar la tarea.
- La comprensión y fluidez de operaciones básicas de adición y sustracción, que aparecen con distintos niveles de dificultad en función de si se acompañan de la representación de los conjuntos o de la presión en la velocidad que fomenta el uso de estrategias más complejas.

Asimismo, uno de los factores más interesantes del programa es que se trata de un “software o juego adaptativo”, es decir, *“un programa de ordenador que emplea algoritmos para adaptarse a la capacidad del niño y proporcionar una formación intensiva en un contexto entretenido, [...] teniendo el potencial de mantener la dificultad de una tarea educativa dentro de la «zona de desarrollo próximo», lo que minimiza el fracaso mientras se mantiene una dificultad adecuada y, por consiguiente, proporcionando el presumible nivel idea de estimulación cognitiva necesario para el progreso”*<sup>6</sup> (Wilson, Dehaene, et al., 2006). Este tipo de software ha sido empleado con éxito en otros contextos de aprendizaje (como en el caso de las dificultades de aprendizaje en el área lingüística), pues proporciona una respuesta individualizada y adaptada al nivel del alumno (Wilson, et al., 2009). De este modo, el juego de “La carrera de los números” está programado para mantener un nivel de dificultad establecido en un 75% de acierto, lo cual genera ciertos retos para el alumno, al tiempo que proporciona un refuerzo positivo que mantiene la motivación y atención del niño (Wilson, Dehaene, et al., 2006).

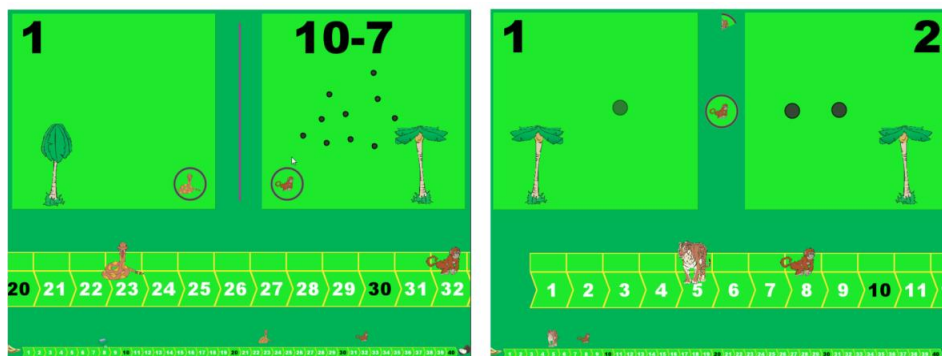
Para adaptar el nivel de dificultad a la respuesta del niño, el juego de “La carrera de los números” se sirve de tres variables principalmente (Wilson, Dehaene et al., 2006): 1) la diferencia entre las dos cantidades a comparar que, cuanto menor es, hace más compleja la tarea; 2) la velocidad de respuesta, estableciendo un tiempo máximo de respuesta que obliga a la utilización de estrategias más sofisticadas; y 3) la “complejidad conceptual”, referida a la forma en la que se representan las

---

<sup>6</sup> Traducción propia, cita original en inglés.



cantidades que progresivamente va incorporando símbolos y operaciones aritméticas elementales (sumas y restas).



Por otra parte, el hecho de desarrollar un juego de ordenador y no otro recurso de aprendizaje, se orienta al aprovechamiento de las nuevas tecnologías y el interés que generan en el alumnado pues, tal y como explican los autores *“la utilización de la enseñanza asistida por ordenadores también nos permite aprovechar la fascinación que los niños sienten por los juegos de ordenador, lo cual facilita el entrenamiento intensivo de éstos en actividades que de otra forma les resultarían aburridos. Los ordenadores se han convertido en algo tan omnipresente en las sociedades actuales que la enseñanza asistida por ordenadores es ahora de bajo coste y puede utilizarse tanto en casa como en la escuela.”*<sup>7</sup> (Wilson, Dehaene, et al., 2006).

Por último, como ya se ha mencionado, este juego puede aplicarse en alumnos que no presentan dificultades en el aprendizaje de Matemáticas, considerando que puede resultar especialmente apropiado para la etapa de Educación Infantil, dado los contenidos que trabaja, relacionados con la construcción del sentido del número y la secuencia numérica (Wilson, Dehaene, et al., 2006). De hecho, además de las investigaciones realizadas con alumnos con discalculia (Wilson, Revkin, et al., 2006, y Räsänen et al., 2009), también se han realizado estudios en la etapa de Educación Infantil, asociados, además a la mejora de las habilidades numéricas de alumnos con un nivel socioeconómico bajo (Wilson et al., 2009).

Aunque los resultados no pueden explicarse exclusivamente por el uso del programa (existen otros muchos factores a tener en cuenta y en el estudio de Räsänen et al. (2009), por ejemplo, se usa también otro juego además de la carrera de los números), en general, los resultados de las investigaciones son positivos y verifican la hipótesis de la validez del programa para la mejorar ciertas habilidades numéricas.

En definitiva, en un sentido amplio, *“La carrera de los números”* es *“un juego adaptativo diseñado para mejorar el «sentido del número»”*<sup>8</sup>, inicialmente orientado a la mejora de la discalculia (Wilson et al., 2009:224). El programa enfrenta al niño, de forma lúdica, a una serie de tareas aritméticas básicas en el desarrollo de la cognición numérica y, en consecuencia, en el aprendizaje de Matemáticas, que hacen que sea un recurso útil para la mejora de estas habilidades.

<sup>7</sup> Traducción propia, cita original en inglés.

<sup>8</sup> Traducción propia, cita original en inglés.

## 2.4. LAS TIC Y LA MEJORA DEL APRENDIZAJE

El diseño de nuestra investigación se basa en el uso de las TIC – representadas por el juego “La carrera de los números”, que emplearemos tanto en el ordenador como en la PDI- para la mejora de las habilidades matemáticas básicas en la etapa de Infantil. Como se expone a continuación, las TIC son actualmente un recurso esencial para el aprendizaje, tanto a nivel general como, especialmente, en el área que nos ocupa, Matemáticas, y en la etapa de Educación Infantil.

No parece necesario justificar la utilidad de las tecnologías en la educación, pues ya el currículo señala su importancia y se las incluye como nueva competencia básica para la formación de las nuevas generaciones, (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa; Decreto 17/2008; Real Decreto 1630/2007; Rychen y Salganik, 2006) enfatizando en esa nueva “alfabetización” que inevitablemente implica el dominio y aprovechamiento de las tecnologías para la generación, comprensión, acceso y transmisión del conocimiento.

Habitualmente se resalta como uno de los argumentos principales para el uso de las TIC en el ámbito educativo la necesidad de que exista una consonancia entre el entorno social y cultural del alumno y las vivencias y metodologías empleadas en la escuela. Por consiguiente, parece incuestionable la necesidad de incorporar la tecnología en la escuela como algo habitual, dada la trascendencia y cotidianeidad de la tecnología en nuestra sociedad que implica nuevas competencias y habilidades; ha dado lugar a nuevos lenguajes y diferentes formas de comunicación; nos ha permitido eliminar muchas barreras en el acceso a la información, transformando nuestra forma de investigar y generar conocimiento y haciendo que hablemos de una nueva “Sociedad del Conocimiento”, que supone un paso más en la aproximación a la información y conlleva el papel activo de la persona y su capacidad para seleccionar y filtrar la información que recibe, contrastarla, completarla, relacionarla entre sí, compartirla, utilizarla como fuente para crear, etc. para que cada uno construya de este modo su propio conocimiento (Coll, 2007 y Gairín, 2007).

No obstante, también es cierto que el acceso a las TIC es todavía desigual y que la llamada “brecha digital”, aunque se ha ido reduciendo, sigue estando muy presente y discriminando a ciertos colectivos (Fundación Orange, 2013). Por ello, la escuela, más que nunca, debe hacerse eco de la tecnología desempeñar esa doble función de promotor y servicio coherente con la realidad actual, y de compensador de las desigualdades.

Por otra parte, aunque sigue existiendo cierta controversia sobre las posibles desventajas del uso de las tecnologías, diversas investigaciones subrayan la validez y potencial de las TIC para el aprendizaje en las distintas áreas y etapas:

*“La investigación ha demostrado que el uso de las TIC contribuye a incrementar la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje, ya que les proporciona más control sobre su propia experiencia educativa [...]. El uso de las TIC por los estudiantes facilita asimismo el aprendizaje personal e individualizado. De la misma forma, si las TIC se emplean para reforzar el aprendizaje específico de algunas materias, también pueden tener un efecto positivo sobre el rendimiento escolar” (Eurydice, 2011:12).*

En realidad, el uso de las TIC en la escuela no es algo novedoso y, desde hace años se emplean como refuerzo en áreas concretas, existiendo evidencias de su implicación en la mejora del rendimiento, si bien es cierto que su incorporación, de forma más generalizada todavía no es una realidad y que este proceso está siendo más lento de lo que se pensaba (Eurydice, 2011; Kaffash, 2010). Las experiencias educativas basadas en el uso de distintos dispositivos tecnológicos son muy numerosas, pero es importante que se tienda a un modelo de integración total de las TIC en las escuelas, de inclusión de las TIC en el currículo, y no como mero complemento de refuerzo (Kaffash, 2010).

En el ámbito concreto de la Educación Infantil, incluso desde el enfoque vivencial que caracteriza a las escuelas de Reggio Emilia, ya en la década de los ochenta, en los estudios realizados por Loris Malaguzzi y sus colaboradores sobre *“Bambini e computer”* (“Los niños y los ordenadores”), se consideraba el ordenador como un recurso que ofrece diversas posibilidades para potenciar las múltiples capacidades del niño en la etapa de 3 a 6 años, incidiendo tanto en aspectos perceptivos como lingüísticos y simbólicos, así como en la lógica y el razonamiento, el juego, la creatividad, la imaginación, las emociones, etc. (Hoyuelos, 2002).

Desde entonces, diversos estudios corroboran las ventajas del uso del ordenador en esta etapa educativa (Clements, 1998; Clements y Sarama, 2002; Praet y Desoete, 2014) que cada vez más, es un elemento habitual en las aulas de Educación Infantil con el que los alumnos están completamente familiarizados. Su aplicación es muy diversa y como explica Clements (2002:174) *“el ordenador puede ofrecernos una oportunidad única para aprender a través de la exploración, la resolución creativa de problemas, y el aprendizaje autónomo. Reconocer este potencial implica un enfoque simultáneo del currículo y de las innovaciones tecnológicas”*<sup>9</sup>.

De las distintas áreas de aprendizaje, las Matemáticas se muestran, además, especialmente apropiadas para el uso de las TIC (si bien, insistimos en su incorporación de forma transversal), por cuantas oportunidades ofrece de representación de conceptos abstractos de una forma clara, precisa y sencilla (gráficos, modelos tridimensionales, animaciones, etc.) o de entrenamiento y repetición de tareas más mecánicas (Clements, 1998 y 2002). Así pues, el National Council of Teaching Mathematics (NCTM), citado por Paola (2005), señala que *“las tecnologías electrónicas y los ordenadores son herramientas esenciales para la enseñanza, el aprendizaje y el hacer matemáticas. Proporcionan una imagen visual de las ideas matemáticas, facilitan la organización, el análisis de datos, y también calculan con precisión y eficiencia”*.

Por otra parte, los principales argumentos en contra del uso de ordenadores en las primeras etapas, basados en estudios cerebrales y en la concepción de que el lenguaje y estimulación que proporcionan estos dispositivos no es apropiada para los niños más pequeños, que requieren de actividades más manipulativas, han sido prácticamente desterrados. Se ha demostrado que el riesgo del ordenador no reside en la herramienta en sí, sino que, como cualquier otro material, depende del uso que se plantee. De igual manera, los niños de Educación Infantil son perfectamente competentes ya que el ordenador no demanda de una conciencia concreta sino simbólica, que ya está desarrollada en estas edades y que se manifiesta y emplea en el lenguaje, los juegos y el arte (Clements, 2002 y 1998;

<sup>9</sup> Traducción propia, cita original en inglés.

Clements y Sarama, 2002). En consecuencia, debemos considerar que los ordenadores pueden proporcionar experiencias adecuadas para el desarrollo, es decir, coherentes con las formas de pensar y aprender de los niños y que generen ciertos retos, contribuyendo especialmente a la mejora de ciertas habilidades como el pensamiento lógico o la clasificación, dentro del ámbito de las Matemáticas (Clements, 2002; Praet y Desoete, 2014).

Las investigaciones en relación con el potencial educativo de los ordenadores – en la etapa de Educación Infantil y en relación con las Matemáticas - han sido constantes desde la década de los ochenta, comprobando la eficacia de diversos programas y estudiando como inciden las diversas metodologías o modelos de enseñanza en el desarrollo de determinadas habilidades, así como los factores que intervienen en este proceso. No obstante, es interesante mencionar que, la mayoría de los estudios se han realizado en otros países, y que en España la investigación al respecto es mucho más reducida, por lo que el presente trabajo, creemos que supone una aportación interesante al respecto.

Por mencionar algunas, podemos destacar estudios como el de McCollister et al (1986) en el cual los alumnos que utilizan el ordenador obtuvieron mejores puntuaciones en el reconocimiento numérico que aquellos enseñados por un profesor; los estudios sobre programas como “Logo”, más vinculados a habilidades geométricas (Clements, 2002 y Clements et al. 1997); la investigación de Clements y Samara sobre el diseño curricular de “Building Blocks”, que incluye también el uso de un software específico (Clements y Sarama, 2007; Clements, 1998; Sarama y Clements, 2002 y 2004); la investigación de Praet y Desoete (2014) sobre el impacto de la enseñanza asistida por ordenador (“*Computer Assisted Intervention*”) en niños de cinco años, en un programa de corta duración; o el ya citado estudio de Wilson, Dehaene, Dubois y Fayol, (2009) sobre “La carrera de los números” para reducir las desigualdades ligadas a contextos socioeconómicos desfavorecidos.

Asimismo, uno de los campos sobre los que más se ha investigado dentro de este ámbito es en relación con las dificultades de aprendizaje, para lo cual, las TIC se han constatado como un recurso especialmente útil (Christensen y Gerber, 1990; Clements, 2002; Räsänen, et al., 2009), quizás por esa capacidad para individualizar el aprendizaje y proporcionar un entrenamiento intensivo en actividades de índole más mecánica, de una forma más motivadora y visual.

En resumen, dada la variedad de aportaciones al respecto, no podemos establecer una conclusión única, si bien, bastantes autores coinciden en destacar el valor de las TIC como herramienta de aprendizaje por la combinación y variedad de recursos y estímulos (gráficos animados, sonidos, etc.) y las posibilidades que ofrecen de exploración, individualización y, también como fuente de información.

En el área de las matemáticas, se ha demostrado que los ordenadores permiten tanto la práctica y el desarrollo de ciertas destrezas básicas -como, por ejemplo, el conteo o la clasificación- y procesos aritméticos sencillos; como fomentar un pensamiento más complejo, ayudando a establecer relaciones entre distintos conceptos.

Además, otra de las ventajas de la enseñanza asistida por ordenador es que genera beneficios similares a otras medidas más costosas como reducir las ratios de las aulas, o reducir la proporción profesor-alumno (Clements, 2002).

Sin embargo, aunque quedan patentes las ventajas, existen una serie de factores que van a determinar que esta enseñanza basada o apoyada por el ordenador sea realmente eficaz. Entre estos factores cabe destacar (Clements, 2002; Eurydice 2011; Kaffash et al. 2010):

- La formación del profesor en el campo de las TIC y su actitud en el aula (Kariuki y Buerkette, 2007). Se ha demostrado que los alumnos cuyos profesores se muestran activos y junto a ellos, motivándoles constantemente incluso en las tareas más básicas, planteando preguntas y debates, haciendo demostraciones, fomentando la interacción entre iguales, etc. obtienen beneficios significativamente superiores.
- La metodología empleada: si se usa como apoyo a la enseñanza o como recurso principal; si los alumnos trabajan de forma completamente autónoma y libre o hay un apoyo por parte del profesorado (Kariuki y Buerkette, 2007); si se promueven actividades de distinta naturaleza, etc. Dentro de la metodología habría que destacar también el factor tiempo, es decir, la duración de las actividades, su frecuencia, etc.
- La ratio ordenador-alumno, que es desigual en los diferentes centros y países y que es uno de los factores sobre los que más han incidido los gobiernos, reduciendo esta proporción, en general, hasta niveles bastante razonables.
- La disposición de los ordenadores en el aula, que deben facilitar también la interacción social, no aislar al alumno, por lo que es bueno que los equipos estén próximos.

Así pues, una vez más, tenemos que insistir en que las TIC - o el ordenador, que es el dispositivo cuyo uso está más generalizado - son una herramienta, un recurso para el aprendizaje y, sus ventajas están determinadas, principalmente por la metodología y uso que hacemos de las mismas. Es decir, la tecnología en sí misma rara vez genera aprendizaje y, en consecuencia, es la metodología y la actitud del profesorado la que determinará en gran medida el éxito o fracaso de las actividades que implican el uso de las TIC.

*“La investigación educativa indica que no hay un “efecto” único del ordenador en el rendimiento en matemáticas, el pensamiento de orden superior y la creatividad. La tecnología puede tanto apoyar tareas repetitivas de entrenamiento como el pensamiento de orden superior. [...] Existen pruebas firmes de que tanto los planes de estudios en los que se incluyen programas de ordenador, como los profesores que eligen, utilizan e inculcan dichos programas, son elementos fundamentales para el completo aprovechamiento del potencial que la tecnología ofrece”<sup>10</sup> (Clements, 2002:174).*

En definitiva, existen más argumentos a favor que en contra del uso de las TIC, ya que en diversas experiencias aparece como un recurso más que útil y adecuado para el área de Matemáticas y la Educación Infantil proporcionando una forma de estimular diferente que contribuye a mejorar determinadas competencias.

---

<sup>10</sup> Traducción propia, cita original en inglés.

### 3. **INTERVENCIÓN EDUCATIVA**

Como ya hemos señalado, el núcleo de nuestra investigación se centra en una intervención educativa con el programa “La carrera de los números”, midiendo la competencia matemática de los alumnos antes y después de las sesiones, con el objetivo de comprobar si éstos han mejorado. Dado que no podremos determinar la efectividad del programa de forma absoluta (ya que en los resultados pueden intervenir otros factores y no se controlan otras variables extrañas), nos interesa, sobre todo, estudiar si se trata de un recurso apropiado y útil para Educación Infantil y las reacciones de los alumnos al utilizar el programa, considerando, por tanto, aspectos cuantitativos y cualitativos.

#### 3.1. **PROPUESTA**

En el marco teórico ya se ha justificado que las TIC son un recurso adecuado para la mejora del aprendizaje, tanto en el área de Matemáticas como en Educación Infantil en general. Asimismo, la eficacia del programa “La carrera de los números” también ha sido comprobada en diferentes investigaciones ligadas principalmente a la compensación de dificultades.

Partiendo de estas premisas, se plantea una investigación que, en el contexto educativo de un centro público de la Comunidad de Madrid, pretende comprobar la validez de este programa para la mejora de las habilidades matemáticas en la etapa de Educación Infantil, sin vincularse a alumnos con dificultades de aprendizaje o en contextos socioeconómicos desfavorecidos. Nuestra hipótesis es, por tanto, que “el programa «La carrera de los números» es un software adecuado para favorecer la mejora de las habilidades matemáticas básicas en el nivel de 5 años, dentro de la etapa de Educación Infantil”.

La investigación se realiza en el tercer trimestre, comenzando la semana siguiente a las vacaciones de Semana Santa (a finales de abril), una vez que los alumnos se han reincorporado a la rutina. La investigación consta de tres fases claramente diferenciadas:



- 1) Pre-test: Realizado con el TEMA-3, como punto de partida para conocer el nivel de competencia matemática de cada alumno, de forma individual, así como sus dificultades y puntos fuertes.
- 2) Desarrollo de las sesiones con el software: una vez evaluados, se realizan las actividades con el juego de la carrera de los números incorporando, al menos, una sesión semanal por parejas o grupos de tres con una duración de 30 minutos, en el tiempo asignado en el horario a la clase de informática. Además de estas sesiones grupales, los niños juegan con el software, supervisados por la maestra, tanto en el ordenador de aula como en la PDI, para observar las reacciones a nivel individual e identificar sus dificultades.
- 3) Pos-test: finalizadas estas cuatro semanas se repite el test (TEMA-3) para evaluar si ha habido progreso en el área estudiada.

No obstante, este diseño de investigación está sujeto a diversos factores que nos obligan a establecer un planteamiento más flexible y adaptado al contexto real. Entre estos factores cabe destacar:

- La programación de aula: La participación del centro y de la clase concreta de 5 años es completamente voluntaria y desinteresada. La investigación se incluye como un complemento a la programación general del curso y, por lo tanto, debe adaptarse a ello y a las horas disponibles.
- Las rutinas y horarios del grupo: en Educación Infantil son especialmente importantes los hábitos y rutinas de los alumnos: la asamblea, desayuno, relajación tras el recreo, hábitos de higiene, etc. Estas rutinas acotan aún más el horario disponible para las sesiones, teniendo en cuenta, además, cómo afecta el horario en los alumnos y que no a cualquier hora están igual de concentrados (sobre todo de cara a los test).
- Los recursos del centro: lógicamente, las sesiones con el juego están sujetas a los recursos TIC del centro, que para el ciclo de Educación Infantil consta de: un aula de informática con 9 puestos activos para alumnos y una PDI; además de un ordenador en el aula de referencia.
- El número de alumnos: como se explica más adelante, el grupo en el que se realiza la investigación es bastante numeroso (está formado por 25 alumnos), lo que demanda de una mayor atención por parte de la maestra y ralentiza el proceso de evaluación.
- El contexto en el que se plantea la investigación y el tiempo disponible para ello: tenemos que tener presente que se trata de un trabajo de fin de máster y, por tanto, con un tiempo de realización y recursos limitados. El hecho de ser individual, es uno de los factores que más restringe el diseño, pues aunque se cuenta con el apoyo de las maestras y dirección del centro, sus conocimientos sobre las metodologías empleadas son más escasos, al igual que el tiempo del que disponen para realizar actividades extraordinarias.

Por ello, aunque idealmente hubiese sido interesante establecer un diseño diferente (incluir, por ejemplo, un grupo de control), la realidad del aula y los recursos –humanos, espaciales y materiales– nos obliga a establecer ciertos ajustes, reducir el número de sesiones y la muestra, para hacer una propuesta realista y factible.

### 3.2. OBJETIVOS

Como objetivos de la investigación se establecen:

- Comprobar la validez del juego “La carrera de los números” para alumnos del nivel de 5 años, sin dificultades de aprendizaje.
- Analizar las respuestas de los alumnos ante este programa.
- Explorar si el uso de este software contribuye a la mejora de las habilidades matemáticas básicas.
- Estudiar el impacto del programa en alumnos con dificultades de aprendizaje.
- Desarrollar una propuesta educativa basada en el uso de las TIC que proporcione una respuesta individualizada al alumnado, partiendo del principio de atención a la diversidad desde una perspectiva inclusiva.

### **3.3. CONTEXTUALIZACIÓN**

#### **3.3.1. El centro**

El centro en el que se desarrolla la investigación es un centro público de la zona norte de la Comunidad de Madrid, situado en un municipio de poco más de tres mil habitantes. Se trata de un centro línea dos que acoge a unos 350 alumnos correspondientes a las etapas de Educación Primaria y segundo ciclo de Infantil. Podemos considerarlo como un centro de reciente creación, puesto que anteriormente formaba parte de un CRA y su andadura independiente comenzó en el curso 2006/2007.

En lo referente a las TIC, como todos los centros de la comunidad de Madrid, en el curso 2010/2011 recibieron la dotación de Pizarras Digitales y ordenadores de sobremesa, pero no existe ningún proyecto de innovación o programa específico en este ámbito.

#### **3.3.2. Grupo de alumnos: muestra**

La muestra empleada para la presente investigación está formada por uno de los dos grupos de 5 años del centro. El grupo está formado por 25 alumnos, 12 niños y 13 niñas, de los cuales uno presenta necesidades educativas especiales, con dificultades de aprendizaje generalizadas y TDAH, y es un año mayor que sus compañeros.

Es importante resaltar que, la mayoría del grupo (16 de los 25 alumnos) llevan trabajando conmigo desde su comienzo en el segundo ciclo de Educación Infantil, en 2011 (cuando tenían dos o tres años), por lo que están completamente habituados a mi presencia en el aula y me consideran como otra más de sus maestras. Los otros 9 alumnos, aunque de forma menos continuada e intensa, también han realizado distintas actividades conmigo en los cursos previos y están acostumbrados a verme en el centro, por lo que igualmente me consideran como una maestra más.

### **3.4. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. Pre-test**

A finales de abril de 2014 se comienza con la primera de las fases de la investigación: la realización del pre-test. Como ya hemos señalado, para este pre-test, como instrumento de medida, utilizamos el TEMA-3. Éste se administra de forma individual y en un aula diferente al aula de referencia -mientras el resto de alumnos continúan con las actividades habituales- con el objetivo de evitar distracciones o interferencias de otros alumnos. Asimismo, para lograr una mayor atención y motivación por parte de los alumnos se procura realizar la prueba en los momentos en los que están más concentrados y mientras sus compañeros realizan actividades ordinarias e individuales (evitando, en todo caso, los momentos de la asamblea o de juego por rincones).

Evidentemente, a los niños no se les dice que se trata de un test o de ningún tipo de prueba y, conjuntamente se les explica que, en los próximos días irán saliendo del aula para realizar individualmente unos “juegos de matemáticas” (puesto que es imposible realizar el test a todos en el mismo día, ya que se tarda una media de 20-25 minutos por alumno). Los alumnos se muestran



entusiasmados con la propuesta, especialmente por la atención individual que supone, que en un grupo tan numeroso es poco frecuente. De hecho, tras la aplicación del test muchos alumnos insisten en que quieren realizar de nuevo “los juegos”, lo cual es muy positivo, cuando se realiza el post-test.

Con estas premisas, durante cinco días, se aplican los test en todo el grupo, obteniendo los siguientes resultados:

Resultados Pre-test								
Alumno	Edad <sup>11</sup>	Puntuación directa			Edad y curso <sup>12</sup> equivalente	Percentil	Índice de competencia matemática (ICM) <sup>13</sup>	
		P. I. <sup>14</sup>	P.F. <sup>15</sup>	Total				
1	5:7	23	3	26	5:6 - 3º EI	55	101	Medio
2	5:7	18	3	21	5:1 - 3º EI	22	88	Por debajo de la media
3	5:6	23	4	27	5:7 - 3º EI	62	104	Medio
4	5:6	23	4	27	5:7 - 3º EI	62	104	Medio
5	5:6	20	2	22	5:2 - 3º EI	28	91	Medio
6	5:6	18	3	21	5:1 - 3º EI	22	88	Por debajo de la media
7	6:5	12	3	15	4:5 - 2º EI	<1	67	Muy pobre
8	5:6	21	2	23	5:3 - 3º EI	34	93	Medio
9	5:5	24	4	28	5:8 - 3º EI	94	122	Superior
10	5:4	23	3	26	5:6 - 3º EI	85	115	Por encima de la media
11	5:4	19	2	21	5:1 - 3º EI	48	98	Medio
12	6:3	27	5	32	5:11 - 3º EI	34	93	Medio
13	6:2	20	2	22	5:2 - 3º EI	9	82	Por debajo de la media
14	6:2	24	3	27	5:7 - 3º EI	31	92	Medio
15	6:1	20	3	23	5:3 - 3º EI	13	84	Por debajo de la media
16	6:0	22	3	25	5:5 - 3º EI	22	88	Por debajo de la media
17	6:0	24	4	28	5:8 - 3º EI	37	94	Medio
18	5:11	18	3	21	5:1 - 3º EI	8	81	Por debajo de la media
19	5:11	24	5	29	5:8 - 3º EI	45	97	Medio
20	5:10	28	6	34	6:0 - 1º EP	67	106	Medio
21	5:10	21	3	24	5:4 - 3º EI	20	87	Por debajo de la media
22	5:10	18	2	20	5:0 - 3º EI	6	79	Pobre
23	5:10	28	5	33	6:0 - 1º EP	62	104	Medio
24	5:9	27	4	31	5:10 - 3º EI	52	100	Medio
25	5:9	24	3	27	5:7 - 3º EI	34	93	Medio

Antes de valorar estos resultados, es preciso realizar ciertas advertencias pues, como en todo test, hay que ser cautos con la interpretación de los resultados. En primer lugar, como se explica en el propio manual del test del TEMA-3 (Ginsburg y Baroody, 2007), las puntuaciones directas –o su equivalencia

<sup>11</sup> Las edades se expresan como años: meses, sin redondear en ningún caso, ninguno de estos parámetros.

<sup>12</sup> Para abreviar, utilizamos EI para referirnos a Educación Infantil (al segundo ciclo) y EP para Educación Primaria.

<sup>13</sup> Interpretación del índice de competencia matemática según Ginsburg y Baroody (2007:68)

Índice de competencia matemática	Descriptor	Índice de competencia matemática	Descriptor
>130	Muy superior	90-110	Medio
121-130	Superior	80-89	Por debajo de la media
111-120	Por encima de la media	70-79	Pobre
		<70	Muy pobre

<sup>14</sup> Pensamiento informal

<sup>15</sup> Pensamiento formal

según el índice de competencia matemática (ICM)- no pueden ser interpretadas de forma absoluta, sino que deberíamos remitirnos al apéndice en el que se muestran las equivalencias de las puntuaciones con sus intervalos de confianza, que son magnitudes que sí son completamente fiables, aunque su rango es mucho mayor. Así, por ejemplo, para el alumno 1, con un ICM de 101, el intervalo de confianza (con un error típico de 4 y un nivel de significación del 95%) sería de 93-109.

Puesto que el test consta tan sólo de 72 ítems –de los cuales un alumno de Infantil muy extraordinariamente completaría más de 50- el hecho de completar correctamente un ítem más o menos, supone una diferencia significativa en el resultado. Una variación de dos puntos (en la puntuación directa) puede depender de muchos factores como la concentración o estado de ánimo del alumno, el momento de realización del test, la preparación del evaluador, etc. Asimismo, tenemos que tener en cuenta que muchos ítems constan de varios ensayos y que los criterios para marcarlo como correcto pueden implicar resolver todos los ensayos cuando, cometer un error no significa que el alumno tenga un desconocimiento total de ese aspecto. Por lo tanto, una vez, más insistimos que para interpretar de forma absoluta esos resultados sería necesario remitirnos a los intervalos de confianza, proporcionados en el propio manual del test.

Una vez realizadas estas aclaraciones, y siempre con esa precaución en el análisis, podemos interpretar los resultados, de los que cabe destacar los siguientes aspectos:

- Las puntuaciones más altas corresponden a los alumnos más pequeños de la clase. Esta observación no debe sorprendernos, pues el índice de competencia matemática se establece en base a la puntuación directa y la edad del alumno y en el ámbito escolar las diferencias de edad entre los alumnos de un mismo curso no suelen tenerse en cuenta, cuando es un factor especialmente significativo en Educación Infantil, dada la edad de los alumnos. De este modo, se tiende a uniformar el nivel de la clase y todos los alumnos nacidos en el mismo año siguen el mismo ritmo y realizan las mismas actividades. En consecuencia, los alumnos más pequeños tienen, en proporción, una mayor competencia matemática que sus compañeros, pues, sobre todo en aspectos formales, han desarrollado (o se pretende que desarrollen) los mismos conocimientos.
- Las puntuaciones coinciden con la evaluación de la tutora, y los alumnos con puntuaciones más bajas son los que se ha observado que presentan más dificultad en este área en las actividades habituales del aula. Del mismo modo, las puntuaciones más altas corresponden a los alumnos que habitualmente muestran más facilidad, por lo que podemos señalar que los resultados son coherentes.
- Más de la mitad de la clase (14 de los 25 alumnos) presenta un índice de competencia matemática medio, 2 alumnos tienen una puntuación “por encima de la media” o “superior” y de los 9 alumnos con un resultado menor del esperado a su edad, 7 se sitúan próximos a los valores medios y sólo dos alumnos tienen un resultado “pobre” o “muy pobre”, coincidiendo este último con el alumno con necesidades educativas especiales, tratándose de un resultado normal dadas las características del alumno. Estos resultados nos dibujan un grupo heterogéneo con alumnos con niveles diferentes, que se corresponde con la distribución normal de una clase.
- 6 de los 9 alumnos con resultados inferiores a la media se incluyen en el grupo de 9 alumnos que están menos familiarizados con el evaluador, y sería posible que este factor haya interferido en

las puntuaciones, pues son alumnos que se han mostrado más tensos y tímidos durante el test o que frecuentemente respondían “no lo sé” o se quedaban callados.

En definitiva, del pre-test se desprende que, aunque con conocimientos desiguales todos los alumnos tienen una cierta competencia matemática que hace que el juego seleccionado (“La carrera de los números”), en un principio, se considere adecuado para el grupo. Aunque la mayoría de la clase se encuentra dentro de la media, y por tanto no es necesario un refuerzo extraordinario, pensamos que este refuerzo puede ser positivo.

### **3.4.2. Sesiones con “La carrera de los números”**

Realizado el pre-test, comenzamos con el desarrollo de las sesiones con “La carrera de los números”. Para el estudio se utiliza la versión más actual, la versión 3.0, en inglés, a pesar de que los conocimientos de los alumnos en este idioma son bastante limitados. Sin embargo, se elige esta versión por los siguientes motivos: 1) al ser más actual, está más adaptada al sistema operativo de los equipos del colegio (Windows 7), pues se probó la versión 2.3. y sólo funcionaba en un ordenador; 2) la nueva versión incluye correcciones respecto a la primera, como la visión en una única línea del “tablero” en lugar de 3, lo que se comprobó que generaba confusión en los alumnos; 3) en las sesiones grupales, en ningún caso iba a utilizarse el audio pues, aunque la verbalización de los números contribuye al aprendizaje, no se disponen de auriculares suficientes para todos los equipos (además de que al trabajar en parejas o grupos de tres tendrían que compartirlos) y la idea de 9 equipos sonando a la vez en un aula es simplemente inviable.

Asimismo, se ha comprobado que no es necesario conocer el idioma para poder jugar, pues la mecánica es siempre la misma y en la pantalla principal sólo aparecen números. El idioma afecta sobre todo a los cuadros de diálogo intermedios con las instrucciones del juego, cuya función es suplida por el maestro; y la verbalización de las cantidades y operaciones aritméticas al avanzar en el tablero, pero se pide a los alumnos que sean ellos quienes lo lean (pues se van marcando las cifras en rojo pautando las sumas), aprovechándolo como una oportunidad para el aprendizaje, si bien es cierto que no todos los alumnos son capaces de realizar esta tarea.

Las sesiones grupales de juego con el software se realizan a lo largo de 4 semanas no consecutivas ya que, tras la primera sesión el programa deja de funcionar en los ordenadores y se tarda una semana en resolver este contratiempo. La semana intermedia la dedicamos a sesiones individuales en la PDI, donde el juego sigue funcionando, para que los alumnos no pierdan el contacto con el mismo mientras se solucionan los problemas.

Por último, aunque hubiese sido interesante poder desarrollar un programa más intensivo, en total, se realizan cuatro sesiones (una sesión semanal) de 30 minutos de juego por parejas o tríos y, pequeñas sesiones individuales de 5-10 minutos de juego, sin una frecuencia establecida y prestando mayor atención a los alumnos con más dificultades; además de una sesión introductoria (de 10 minutos de duración) en gran grupo en la que se presenta el juego. A continuación se detallan las observaciones recogidas de cada una de estas modalidades.

### 3.4.2.1. Sesión introductoria: presentación del juego

En realidad, no se trata de una sesión aislada sino de una parte de la primera sesión grupal, donde se presenta el juego a toda la clase, antes de que comiencen a jugar de forma autónoma.

Esta presentación se realiza en el aula de informática, utilizando la PDI y explicando todos los detalles sobre el uso del juego, incluido cómo comenzar a jugar. Más que una explicación se trata de una demostración en la que, una vez expuesto el objetivo del juego y los detalles relativos a su manejo, se desarrolla una primera partida, tomando a distintos alumnos para que jueguen en cada ronda y poder detectar posibles dificultades. Una vez completada la partida y habiendo “liberado” al animal como premio por ganar, los alumnos se distribuyen en los ordenadores para continuar jugando de forma independiente. Como en la primera ronda no aparecen “trampas”, éste es un aspecto que se explica individualmente cuando aparece, dejándolo como un factor para sorprenderles.

De esta sesión inicial nos interesan, principalmente, las primeras reacciones de los alumnos hacia el juego entre las que cabe destacar:

- Contrariamente a lo que podríamos suponer dadas las escasas animaciones y pobreza de los gráficos, la *interface* del juego resulta atractiva para los alumnos.
- Les atrae especialmente el hecho de que los jugadores sean animales, pues el tema de los animales suele ser uno de los preferidos de los alumnos y, en concreto, dentro del grupo, hay varios alumnos especialmente interesados por el tema.
- Comprenden la mecánica del juego muy rápidamente y la gran mayoría escoge la cantidad correcta sin dudar.
- La predicción del avance en el tablero de juego es lo que les resulta más complicado y algunos alumnos requieren de varios intentos para acertar. De forma espontánea no surge la estrategia de sumar y únicamente con cantidades muy pequeñas (uno o dos), los alumnos eligen directamente la casilla acertada, sin necesidad de hacer recuento.
- Les llama la atención que el número 10 esté marcado en negro, pues para ellos la decena todavía no es una unidad muy significativa. Piensan que es una “casilla mala” en la que no tienen que poner su jugador. Se les explica que, sencillamente, es una marca del tablero y que, cuando jueguen en tableros más largos los números 10, 20, 30, 40, etc. aparecen en negro.
- El objetivo de ganar al contrario en esa supuesta carrera resulta muy motivador para los alumnos y aporta un significado a la tarea de elegir la cantidad mayor.

### 3.4.2.2. Sesiones grupales

Para estas sesiones contamos con el apoyo de la profesora de informática que se ocupa de responder las dificultades de carácter más técnico, lo que nos permite centrarnos en la observación de los alumnos.

Ajustándonos a los equipos disponibles, los alumnos se distribuyen en los ordenadores por parejas o grupos de tres, establecidos por ellos mismos y manteniéndose en todas las



sesiones (pues es como se colocan habitualmente en el aula de informática). El hecho de no jugar de forma individual tiene los inconvenientes de que se reduce el tiempo real de juego de cada alumno (que dependiendo del carácter de estos puede ser bastante desigual) y que se pueden generar conflictos entre ellos al establecer turnos o al corregir los errores del compañero. Sin embargo, existen otros aspectos positivos que superan estas desventajas, entre los que destaca la interacción entre alumnos que hace que se generen pequeños debates y que, entre ellos, se corrijan e incluso traten de explicar a sus compañeros por qué se han equivocado o qué estrategias seguir. En este sentido, los comentarios e interacciones de los alumnos son mucho más enriquecedoras con esta situación de aprendizaje que les permite, además, aprender de los errores de sus compañeros (lo cual es muy interesante desde el punto de vista didáctico, pues suele ser más fácil ver los errores en los demás que en uno mismo) y desarrollar actitudes de respeto y compañerismo, así como aprender a compartir recursos, algo que en esta edad es especialmente importante.

Durante estas sesiones en el aula de informática hay bastante alboroto, pues los alumnos se meten de lleno en el juego y en esa meta de, como dicen ellos, “ganar la carrera al malo”. Los comentarios con el propio ordenador y especialmente con “el malo” para decirle que le van ganando, son constantes. Asimismo, los alumnos no pueden evitar celebrar sus aciertos (es muy gracioso verles gritar cada vez que comprueban que van por delante del oponente) e incluso llaman a las profesoras para que observen sus logros. Pero, sobre todo, dentro de este bullicio constante se escuchan los diálogos entre los alumnos que juegan en el mismo ordenador e incluso con los compañeros sentados en el ordenador contiguo, para comparar sus avances. Para no extendernos demasiado, destacaremos, de forma general<sup>16</sup>, las reacciones y diálogos más interesantes observados durante estas sesiones que hemos agrupado en distintas categorías:

- De orientación o ayuda: *“dale aquí”, “ahora tienes que mover al otro”, “tienes que dar al 11”, etc.*
- Razonamiento: *“tienes que elegir este porque hay más”, “3+1 son más que 2”, “con este ya ganamos porque nos quedan sólo tres para el final”, “tienes que mover una casilla más porque queda un punto”, “si caes en la trampa te vas a ir para atrás”, etc.*
- Animar: *“¡muy bien!”, “¡bien hecho!”, “¡toma ya!”, etc.*
- Sobre la situación del juego: *“vamos ganando”, “está muy cerca el malo”, “nos queda ya poco”, “nos quedan dos para ganar”, “vamos a ganar”, “cuidado con la trampa”, etc.*
- Reproche: *“era el otro”, “te lo había dicho”, “tienes que elegir más rápido”, “si no ganas nos va a pillar”, “cuidado que te ha engañado”, etc.*
- Relacionado con los turnos: *“me toca ya”, “llevas mucho tiempo jugando”, “ahora elijo yo”, etc.*

Además de estos comentarios, en ocasiones, los alumnos piden ayuda al profesor, sobre todo para comprobar si su elección es correcta cuando aparecen operaciones aritméticas o para preguntar cómo saltar una “trampa” en la que han caído varias veces.

En líneas generales, los alumnos comprenden muy bien la mecánica del juego y son autónomos jugando. Sin embargo, hay ciertos alumnos que presentan una mayor dificultad y, especialmente en las primeras sesiones, piden ayuda al profesor porque dicen que el juego no funciona bien (sobre todo tras

<sup>16</sup> No disponemos de la transcripción exacta ya que las sesiones no se graban y el murmullo de la clase tampoco permite. Sólo se realizan anotaciones durante las sesiones y al finalizar las mismas.

la experiencia en la que realmente sí se estropeó) porque su personaje no avanza, cuando en realidad, es que no han seleccionado bien la casilla hasta la que tiene que moverse su jugador. Es curioso que, aunque el juego es bastante claro, puesto que la cantidad se representa con puntos que a medida que clicas en el tablero se van desplazando hasta agotarse, algunos alumnos no caen en esta estrategia y mueven sus personajes al azar o por conteo, pero no son capaces de rectificar sus errores. No obstante, esta situación se da sólo puntualmente y con determinados alumnos y, la gran mayoría, hace bien el recuento, estableciendo correctamente la casilla a la que deben avanzar.

Con cantidades muy pequeñas (de hasta 3) la mayoría de los alumnos no necesitan contar las casillas y, automáticamente determinan hasta dónde deben avanzar los personajes. Sin embargo, incluso al inicio de la partida, donde los números son todavía pequeños, la estrategia dominante y casi exclusiva, es el conteo y no la suma. De hecho, bien con el ratón o con el propio dedo sobre la pantalla, los alumnos cuentan las casillas para determinar hasta dónde tienen que avanzar.



También se observa claramente qué alumnos tienen un mayor conocimiento de los números y sus grafías pues, especialmente cuando es su compañero el que juega, hay niños que le ayuda diciendo “dale aquí” o tocando directamente sobre la pantalla y otros que se apoyan en los números diciendo, por ejemplo, “se va al 8”, ya que no tienen dificultades en identificar el número. Sin embargo, con números mayores, la gran mayoría opta por tocar la pantalla, pues tal y como se evaluó en el pre-test, muchos niños no identifican los números de dos cifras, a pesar de saber la cantinela numérica, y poner la fecha a diario; lo cual, no obstante, es algo completamente normal, pues el objetivo de Educación Infantil es que conozcan la escritura de los números hasta el 10 y que estén sólo familiarizados con números mayores.

Respecto al nivel de dificultad, todos los alumnos juegan como principiantes y, aunque no tienen problemas para “ganar”, cuando aparece la presión del tiempo o el número en lugar de los puntos, un porcentaje muy alto de los alumnos falla cuando las cantidades aparecen como operaciones aritméticas, y todos se equivocan si se trata de una resta en lugar de una suma. De nuevo, se trata de algo completamente lógico, pues la suma es algo que llevan trabajando todo el curso y que, con operaciones sencillas, comprenden bastante bien e incluso algunos alumnos lo tienen automatizado. En consecuencia, hay alumnos que comprenden perfectamente que no se trata de una operación, sino de un número y además, no tienen dificultades para hallar el resultado. Otros, ni siquiera realizan la operación y sólo comparan el sumando mayor, lo cual es una estrategia que no implica la comprensión de la suma, pero en algunos casos resulta suficiente para ganar. Sin embargo, la resta se ha introducido en el tercer trimestre y, como también se comprobó con el pre-test, es una operación que todavía muchos alumnos no comprenden. De hecho, algunos ni siquiera identifican el signo «-», y proceden a realizar la suma, no comprendiendo por qué fallan.



De igual manera, las “trampas”, que hacen que retrocedan tantas casillas como el número que la compañía indica, no son comprendidas por buena parte del grupo. Para la mayoría, simplemente es “otro malo que te echa para atrás”, pero muy pocos son capaces de predecir hasta qué casillas les hace retroceder, a pesar de que se les explica el significado del número que aparece junto a ellos. Sin embargo, estas plantas carnívoras en el caso de la selva, o anémonas en el mar, sí que favorecen estrategias de conteo y predicción en los alumnos para evitar caer en la casilla, pues es un elemento que les preocupa bastante.

En general, el juego se adapta muy bien al nivel de los alumnos y sólo en ocasiones muy puntuales no conseguían ganar la partida. De vez en cuando les sorprendía alguna resta y se frustraban porque “el malo se les acercaba”, pero esto también les ayudaba a estar más atentos. Los distintos ritmos de los alumnos también se reflejaban en el ritmo de las partidas: mientras que los alumnos con más dificultades no completaban más de dos partidas en una sesión, los alumnos con más soltura conseguían rescatar hasta cinco animales, es decir, ganar cinco partidas.

A lo largo de las cuatro sesiones se observa una cierta mejora en el alumnado, pues cada vez son más las parejas que logran ganar al menos tres partidas. Además, la distancia con respecto al oponente es mayor, lo cual implica más aciertos consecutivos. La mecánica del juego se asimiló perfectamente en la primera sesión pero con la práctica, los alumnos son más capaces de jugar de forma fluida y, por ejemplo, ya no piden ayuda cuando el juego “se para” o su jugador “no se mueve”, porque ellos mismos son capaces de comprobar si todavía quedan puntos, es decir, si se han equivocado en su estimación.

Por otra parte, automáticamente el juego registra los resultados de los alumnos que quedan guardados en un archivo de texto en el ordenador. No obstante, estos resultados son difíciles de interpretar en relación al alumno y su progreso, pues corresponden a la pareja (o trío) y no pueden asociarse directamente a un alumno. Respecto a estos registros, podemos señalar, de forma general que, dado ese carácter adaptativo del juego, excepto en la primera sesión, en todos los casos el número de partidas jugadas y ganadas es el mismo ya que, aunque los alumnos pierden alguna ronda intermedia, el balance total siempre presenta más aciertos. Asimismo, el mayor número de respuestas correctas se corresponden con representación de las cantidades como puntos y en su forma numérica, mientras que en el caso de las sumas y restas, no se registran tantos aciertos.

Respecto al alumno con necesidades educativas especiales, el juego resulta demasiado complejo para jugar de forma autónoma, incluso con el apoyo de un compañero, pues además, como es natural, la mayoría de los niños quieren ganar y muy pocos son capaces de tolerar el error constante de su compañero, pues recordemos que tienen sólo cinco o seis años. En este caso, tenemos que tener en cuenta que, además de las dificultades en matemáticas, este alumno presenta dificultades generalizadas de aprendizaje y déficit de atención, por lo que le cuesta bastante realizar una tarea durante cierto tiempo o secuenciar varias acciones por sí mismo y en el caso del juego, no llega a comprender que primero tiene que seleccionar su personaje, después el lado con una cantidad mayor y a continuación mover a los personajes en base al número. De hecho, hay que estar muy pendiente pues tiende a clicar en cualquier punto sin dar tiempo siquiera a observar las cantidades que aparecen a cada lado.

Por último, aunque es un juego que ha motivado mucho a los alumnos (y es habitual que pregunten cuándo van a volver a jugar o que pidan jugar con él en clase), es preciso señalar que en la cuarta sesión algunos alumnos, pasados unos diez minutos, decían estar aburridos y querer jugar a otro juego. Sin embargo, no podemos interpretar esto como que el juego ya no resulta atractivo para los alumnos pues, en primer lugar, sólo era un grupo reducido de alumnos y, por otra parte, habría que considerar también el carácter de estos niños, que son precisamente los que piden cambiar constantemente de actividad. De igual forma, tenemos que tener en cuenta que, durante el mes de mayo, las sesiones de informática consistían en jugar con “La carrera de los números”, por lo que había alumnos que echaban en falta los juegos con los que jugaban anteriormente.

### 3.4.2.3. Sesiones individuales

Se trata tan sólo de un complemento a las sesiones grupales, con el objetivo de poder observar de forma más detallada a cada alumno, sus dificultades y progresos.

Se realizan en el ordenador del aula de referencia, con una duración muy limitada, no superior a 10 minutos, pues se desarrollan en los momentos de juego por rincones. Sin embargo, al tratarse de un grupo tan numeroso y no poder aprovechar otros momentos a lo largo de la jornada (pues supone una distracción para el resto de alumnos), no es posible realizar más de dos sesiones con cada alumno. En cualquier caso, consideramos que se trata de una actividad interesante y, aunque cada alumno sólo juega dos o tres rondas, nos permite identificar algunos errores y dar una atención más individualizada a los alumnos, sirviéndonos también como evaluación.



Asimismo, durante la semana en la que no se pudo usar el juego para las sesiones grupales, se aprovechó la sesión de informática para que los alumnos jugaran individualmente a “La carrera de los números” en la PDI – donde si funcionaba-, mientras el resto de alumnos jugaban a otros juegos en los ordenadores. El hecho de utilizar otro dispositivo diferente al ordenador es interesante desde el punto de vista de la motivación y la competencia digital, sin embargo, la perspectiva o visión del alumno de la PDI en tareas individuales no es la más apropiada, pues necesitan alejarse para poder observar la pantalla en su totalidad lo que, en las jugadas con limitación de tiempo, frecuentemente, les llevaba a perder. Además, aunque no es necesario arrastrar (basta con clicar sobre la casilla), los alumnos tratan de arrastrar los objetos, lo que es más complicado en la pizarra que con el ratón. Por ello, una vez arreglados los ordenadores tampoco se plantearon más sesiones con este dispositivo, pues realmente supone más inconvenientes que ventajas respecto al ordenador.

En estas sesiones individuales se comprueba que la práctica totalidad de los alumnos no tiene dificultades para comparar cantidades ni representadas con puntos, ni como números y que la limitación del tiempo sólo lleva a error cuando está asociada a una operación aritmética, pues en



general los alumnos responden bastante rápido. Sólo cinco alumnos tienen dificultad para elegir la cantidad mayor en su representación numérica o con puntos, especialmente cuando son cantidades que se diferencian en una unidad. Respecto a las estrategias para predecir la casilla hasta la que tienen que avanzar, sigue predominando el conteo y con cantidades muy pequeñas, la estimación directa. Asimismo, las operaciones aritméticas, y en especial las restas, siguen siendo la principal dificultad para muchos, pero no se trata de un objetivo esencial de Educación Infantil, por lo que no es preocupante.

Por último, en estas sesiones individuales se pide a los alumnos que “lean” los números y verbalicen las operaciones que van apareciendo en rojo cuando el jugador avanza. Con ello se comprueba que todavía más de la mitad del alumnado no es capaz de leer los números de dos cifras.

Asimismo, como valoración global del juego, tanto la maestra de informática como la tutora del grupo (ambas especialistas de Infantil), consideran que se trata de un recurso muy adecuado para el nivel y útil para trabajar el área de matemáticas pues, aunque inicialmente podría parecer más sencillo, al realizar las sesiones han comprobado que a los niños les gusta mucho e incluso semanas después piden jugar con el juego. Como único inconveniente apuntan a las dificultades para instalarlo (la versión en español no funcionaba) y los problemas técnicos.

### **3.4.3. Post-test**

Una vez finalizadas las sesiones con el juego, se repite el test, en las mismas condiciones que se realizó el pre-test con el objetivo de intentar valorar la evolución. A diferencia del pre-test, en esta ocasión se graba el audio, pues son interesantes los comentarios que realizan los alumnos.

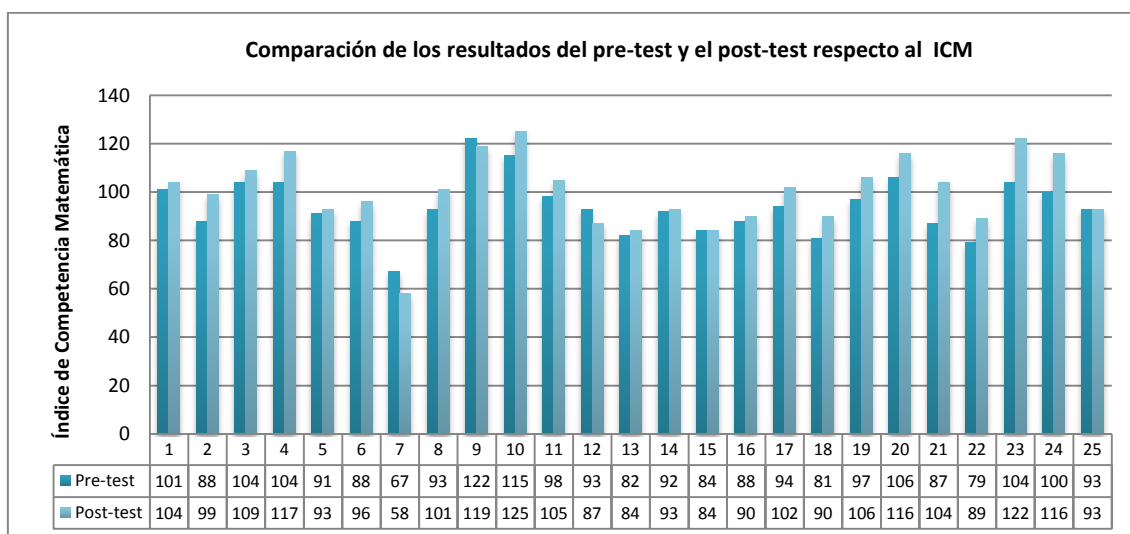
Los resultados<sup>17</sup> del post-test su comparación con el pre-test, recogidos en la siguiente página, sugieren una mejora general del grupo.

Si nos fijamos en el Índice de Competencia Matemática (ICM), todos los alumnos salvo el 7, el 9, el 12 y el 15 mejoran con respecto a la primera aplicación del test, y el 25 se mantiene con la misma puntuación. Sin embargo, de estos cuatro alumnos, realmente sólo uno obtiene una puntuación más baja en la puntuación directa del test por lo que realmente, podemos considerar que estos alumnos han mejorado en sus habilidades matemáticas.

Por otra parte, aunque la puntuación sigue siendo igualmente baja, el alumno con necesidades educativas especiales mejora en 2 puntos la puntuación directa del test lo que (a pesar de las precauciones señaladas) es bastante reseñable. Asimismo, en este caso, el ICM no es una medida muy significativa, pues está estandarizada con respecto a la edad y el desarrollo “normal” del alumno y, para un alumno con necesidades educativas especiales (y en concreto con este alumno), los ritmos de desarrollo son muy diferentes, por lo que lo realmente importante es valorar el progreso del alumno con respecto a sus propios resultados.

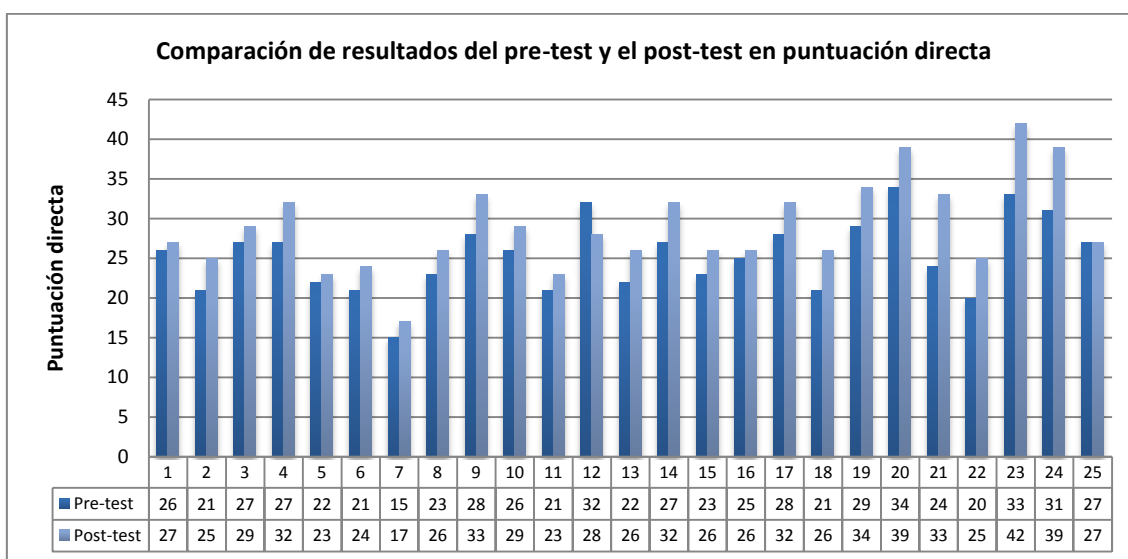
<sup>17</sup> De nuevo, tenemos que insistir en que estos resultados no pueden interpretarse de forma estricta y que las diferencias de 1 o 2 puntos, realmente no son significativas y pueden deberse a múltiple factores. Asimismo, hay que señalar que muchos ítems constan de varios ensayos y que, por ejemplo, alumnos que habían conseguido en el pre-test 2/3 en un ítem, ahora obtienen 3/3, lo que en puntuación total puede reflejarse como una mejora muy marcada que, en realidad, no es tan significativa.

Comparación pre-test y post-test <sup>18</sup>										
Alumno	Edad	Puntuación directa (PD)			Edad y curso equivalente	Perc entil	Índice de competencia matemática (ICM)		Puntuación del PRE-TEST	
		P. I.	P.F.	Total			ICM	PD		
1	5:8	24	3	27	5:7 - 3º EI	62	104	Medio	101	26
2	5:8	22	3	25	5:5 - 3º EI	50	99	Medio	88	21
3	5:7	24	5	29	5:8 - 3º EI	74	109	Medio	104	27
4	5:7	27	5	32	5:11 - 3º EI	88	117	Por encima de la media	104	27
5	5:7	21	2	23	5:3 - 3º EI	34	93	Medio	91	22
6	5:7	21	3	24	5:4 - 3º EI	42	96	Medio	88	21
7	6:7	14	3	17	4:8 - 2º EI	<1	58	Muy pobre	67	15
8	5:7	23	3	26	5:6 - 3º EI	55	101	Medio	93	23
9	5:6	27	6	33	6:0 - 1º EP	91	119	Por encima de la media	122	28
10	5:5	26	3	29	5:8 - 3º EI	95	125	Por encima de la media	115	26
11	5:5	21	2	23	5:3 - 3º EI	64	105	Medio	98	21
12	6:4	24	4	28	5:8 - 3º EI	20	87	Por debajo de la media	93	32
13	6:4	23	3	26	5:3 - 3º EI	13	84	Por debajo de la media	82	22
14	6:3	27	5	32	5:11 - 3º EI	34	93	Medio	92	27
15	6:2	23	3	26	5:6 - 3º EI	13	84	Por debajo de la media	84	23
16	6:2	22	4	26	5:6 - 3º EI	25	90	Medio	88	25
17	6:1	28	4	32	5:11 - 3º EI	57	102	Medio	94	28
18	6:0	23	3	26	5:6 - 3º EI	25	90	Medio	81	21
19	6:0	29	5	34	6:0 - 1º EP	67	106	Medio	97	29
20	6:0	33	6	39	6:4 - 1º EP	86	116	Por encima de la media	106	34
21	5:11	28	5	33	6:0 - 1º EP	62	104	Medio	87	24
22	5:11	23	2	25	5:5 - 3º EI	23	89	Por debajo de la media	79	20
23	5:11	35	7	42	6:6 - 1º EP	94	122	Superior	104	33
24	5:10	31	8	39	6:4 - 1º EP	86	116	Medio	100	31
25	5:10	24	3	27	5:7 - 3º EI	34	93	Medio	93	27



<sup>18</sup> Ver notas de los resultados del pre-test pág. 23.

Como se observa claramente en el gráfico, el único alumno que obtiene una puntuación inferior en el post-test es el 12, que pasa de estar en un nivel medio a situarse por debajo de la media.



En este caso, el resultado contrasta con la valoración de la tutora, pues habitualmente es un alumno que trabaja bien y no tiene problemas en matemáticas. Sin embargo, debemos tener en cuenta otros factores y, es preciso señalar que se trata de un alumno especialmente tímido e inseguro de manera que, si no estaba completamente convencido de conocer la respuesta, prefería contestar “no sé” y ni siquiera intentarlo. En cualquier caso, el hecho de que de 25 alumnos únicamente uno de ellos no muestre mejores resultados no es muy relevante.

Los alumnos mejoran una media de 3,6 puntos en la puntuación directa del test respecto a la primera aplicación, lo que es ciertamente significativo, pues indica que no sólo se da una mejora global de la clase sino que, además, ésta es bastante relevante.

Tenemos que desatacar también los resultados de los alumnos 20, 23 y 24 que obtienen puntuaciones muy altas, cercanas o superiores a 40 puntos, y mejorando entre 5 y 9 puntos con respecto al pre-test. En este sentido, podríamos señalar que en muchos casos, los alumnos que más mejoran son aquellos cuyas puntuaciones iniciales ya eran altas por lo que quizás, en el nivel de 5 años, el mayor aprovechamiento de las sesiones con el juego es precisamente para los alumnos con mejores puntuaciones.

En definitiva, aunque esta mejora no puede atribuirse únicamente al uso del programa “La carrera de los números” (ya que tampoco disponemos de un grupo de control con el que comparar), lo cierto es que en un espacio de tiempo bastante reducido –sólo cuatro semanas– se registra una mejora bastante significativa en el conjunto del alumnado.

#### 4. **DISCUSIÓN**

En base a todo lo anteriormente expuesto sobre el desarrollo de nuestra propuesta y los resultados obtenidos podemos afirmar que el juego “La carrera de los números” es completamente adecuado para el nivel de 5 años de Educación Infantil y que, además, resulta atractivo y motivador para los alumnos. Para los alumnos con más dificultades en matemáticas (los niños con peores resultados en el pre-test) el juego resulta igualmente adecuado, si bien se observa una mayor dificultad y comenten más errores que sus compañeros.

Tanto los gráficos, personajes y escenarios, como el planteamiento y objetivos del juego captan la atención de los alumnos de esta edad, siendo ellos mismos quienes piden jugar con el programa. El manejo del mismo tampoco resulta complejo para los alumnos que, incluso sin audio, son capaces de jugar y ganar las partidas desde el primer momento. Sin embargo, el hecho de no utilizar el sonido (por estar en otro idioma en la versión empleada) suprime los estímulos auditivos que sí que resultan formativos, sobre todo de cara a la atención y lectura de números de dos cifras, que es un conocimiento que muchos niños aún no han adquirido.

La situación de aprendizaje que se plantea, por parejas o grupos de tres, que viene determinada por los recursos disponibles, genera una oportunidad para desarrollar estrategias metacognitivas y promover la interacción entre el alumnado, aunque no podemos determinar si supone una ventaja con respecto al uso individual del juego en lo que a desarrollo de habilidades matemáticas se refiere. Por ello, con la perspectiva de incluir en la programación del curso una propuesta similar, quizás, lo más adecuado sería la combinación de sesiones individuales y por parejas, aunque con más sesiones individuales de las que se han realizado en esta investigación.

En las cuatro semanas de trabajo con los alumnos, estos mejoran tanto su competencia matemática como su destreza con el juego, pues se observa que cometen menos errores y que, en el mismo tiempo, son capaces de ganar más partidas. Quedaría pendiente, sin embargo, desarrollar una investigación análoga con un grupo control para poder establecer de forma más clara una relación directa entre el uso del juego y la mejora en los resultados, pues en este periodo los alumnos realizan también otras actividades relacionadas con las matemáticas y no podemos afirmar que esta mejora se deba al uso del software.

Por otra parte, tras las respuestas de algunos alumnos a partir de la cuarta semana, en la que ya se mostraban menos motivados, cabría cuestionarse por la validez del juego para intervenciones de mayor duración. No obstante, en este aspecto entran en juego otros factores como la duración, la frecuencia de las sesiones, o el momento en el que se plantea, pues quizás sería más adecuado plantearlo como una actividad habitual del aula, en lugar de cómo parte de las sesiones de informática.

En síntesis, aunque la mejora registrada en la competencia matemática de los alumnos no puede atribuirse exclusivamente al uso del programa y existen ciertas variables metodológicas sobre las que podrían introducirse cambios, sí que podemos afirmar que “La carrera de los números” es un complemento útil para el aprendizaje, que capta la atención y motiva a los alumnos de Educación Infantil, y les ayuda a desarrollar sus habilidades matemáticas básicas de una forma lúdica.

## 5. **CONCLUSIONES FINALES**

Con el presente Trabajo de Fin de Máster se ha querido estudiar una de las múltiples posibilidades de las TIC en el ámbito educativo como es su uso para la mejora de habilidades matemáticas en la etapa de Educación Infantil.

Las TIC, nos proporcionan una oportunidad única para innovar y proponer metodologías más eficaces y adaptadas a las necesidades de los alumnos. La variedad y cantidad de recursos, así como la posibilidad de individualización las convierten en una herramienta especialmente útil y motivadora para el aprendizaje. Desde el ámbito de las matemáticas, los juegos de ordenador como “La carrera de los números” no sólo permiten el “entrenamiento” y repetición de tareas que en otro formato resultarían aburridas, sino que además, contribuyen al desarrollo de aprendizajes más complejos relacionados con las estrategias y la comprensión de los números, uno de los grandes hitos dentro del desarrollo del pensamiento matemático.

Sin embargo, por el lado negativo, esta experiencia también nos ha permitido comprobar las dificultades que supone la utilización de las TIC en un contexto real, los fallos de los programas, el tiempo que requiere de preparación, la escasez de recursos en los centros públicos, etc. Por ello, junto con la metodología, también hay que destacar la importancia de los recursos y de contar con una buena infraestructura que apoye las iniciativas del profesorado sobre el uso de las TIC.

Respecto al programa “La carrera de los números”, se trata de un software sobre el que ya existen diversas investigaciones y cuya eficacia, en otros contextos, está comprobada. Sin embargo, nuestra propuesta suponía aplicarlo en un ambiente diferente y como refuerzo para la mejora general del alumnado, independientemente de su nivel y al margen de las dificultades de aprendizaje o la compensación de desigualdades. Los resultados de nuestra investigación nos demuestran que es un juego que se adapta perfectamente al nivel de 5 años de Educación Infantil. Se trata de un juego aparentemente sencillo, pero que motiva a los alumnos y que les ayuda a trabajar diferentes nociones matemáticas esenciales en esta etapa. De este modo, aunque no podemos establecer una relación directa entre la mejora de las habilidades matemáticas básicas registradas con los test, y el uso del software, sí parece acertado destacar su utilidad para la práctica y afianzamiento de conceptos aritméticos y numéricos. Para poder atribuir esta mejora exclusivamente al uso del juego, sería necesario realizar estudios similares controlando los factores extraños, por ejemplo, incluyendo un grupo-control. Quedaría abierta, asimismo, la posibilidad de realizar una intervención educativa con una duración mayor para comprobar tanto si se mantiene la motivación de los alumnos con el juego, como los resultados con respecto a la mejora de las habilidades matemáticas a largo plazo.

Por último cabe destacar que experiencias educativas como estas ayudan a acercar las TIC a las escuelas desde una perspectiva práctica, comprobando su eficacia e interés por parte de los alumnos.

En definitiva, como respuesta a nuestra hipótesis, podemos señalar que “La carrera de los números” es un software adecuado para el nivel de 5 años, que puede contribuir a la mejora de las habilidades matemáticas básicas. Pero más allá del programa específico o de la intervención concreta realizada, es necesario resaltar las nuevas posibilidades que las TIC nos ofrecen desde el punto de vista educativo y la mejora en ese proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 6. REFERENCIAS

- ◆ AGUILAR, B.; CIUDAD, A.; LÁINEZ, M. C. y TOBARUELA, A. (2010). *Construir, jugar y compartir. Un enfoque constructivista de las matemáticas en Educación Infantil*. Jaén: Enfoques educativos.
- ◆ ALSINA, A. (2006). *Cómo desarrollar el pensamiento matemático de 0 a 6 años*. Barcelona: Octaedro.
- ◆ BAROODY, A. J. y Ginsburg, H. P. (1990). Children's Mathematical Learning: A cognitive View. *Journal for Research in Mathematics Education*. Monograph, Vol. 4: "Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics", National Council of Teachers of Mathematics, pp. 51-64 y 195-210. Recuperado el 14 de abril de 2014 de <http://www.jstor.org/discover/10.2307/749912?uid=2134&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21104114682787>
- ◆ BAROODY, A. J (1988). *El pensamiento matemático de los niños. Un marco evolutivo para maestros de preescolar, ciclo inicial y educación especial*. Madrid: Visor.
- ◆ BRINGUIER, J. C. (2004). *Conversaciones con Piaget*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- ◆ CASTRO, E., CAÑADAS, M. C. y CASTRO-RODRÍGUEZ, E. (2013). Pensamiento numérico en edades tempranas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 2(2), pp. 1-11.
- ◆ CHRISTENSEN, C.A. y GERBER, M.M. (1990). Effectiveness of Computerized Drill and Practice Games in Teaching Basic Math Facts. *Exceptionality*, 1, pp. 149-165.
- ◆ CLARK, R. y GROSSMAN, M. (2007). Number sense and quantifier interpretation. *Topoi*, 26, pp. 51-62.
- ◆ CLEMENTS, D. H., y SARAMA, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: summative research on the Building Blocks project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, pp. 136-163
- ◆ CLEMENTS, D. H. (2002). Computers in early childhood mathematics. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 3, pp. 160–181.
- ◆ CLEMENTS, D. H. y SARAMA, J. (2002). The role of technology in early childhood learning. *Teaching Children Mathematics*, 8, pp. 340-343.
- ◆ CLEMENTS, D. H. (2001). Mathematics in the preschool. *Teaching Children Mathematics*, 7, pp. 270-275.
- ◆ CLEMENTS, D. H. (1998). *Young Children and Technology*. Forum on Early Childhood Science, Mathematics, and Technology Education, Washington,DC, February 6-8, 1998 (paper). Recuperado el 11 de abril de 2014 de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED416991.pdf>
- ◆ CLEMENTS, D.H.; BATTISTA, M. T.; SARAMA, J.; SWAMINATHAN, S.; y MCMILLEN, S. (1997). Student's Development of Length Concepts in a Logo-Based Unit on Geometric Paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 28, n° 1, pp. 70–95.
- ◆ COLL, C. (2007). Una encrucijada para la educación escolar. *Cuadernos de Pedagogía (Wolters Kluwer España)*, n° 370, julio 2007, pp. 19-23.

- ◆ DECRETO 17/2008, de 6 de marzo, del consejo de Gobierno, por el que se desarrollan para la Comunidad de Madrid las enseñanzas de la Educación Infantil.
- ◆ DEHAENE, S. (2011). *The number sense: how the mind creates mathematics* (updated ed.). United States of America: Oxford University Press.
- ◆ DESOETE, A., y GRÉGOIRE, J. (2006). Numerical competence in Young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, vol. 16, Issue 4, pp. 351-367.
- ◆ Diccionario de la lengua española, 22ª edición (2001) Recuperado en junio de 2014 de: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- ◆ EURYDICE (2011). *Cifras clave sobre el uso de las TIC para el aprendizaje y la innovación en los centros escolares de Europa 2011*. España: Ministerio de Educación Cultura y Deporte; Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural.
- ◆ FERNÁNDEZ BRAVO, J. A. (2008). *Desarrollo del pensamiento lógico y matemático. El concepto de número y otros conceptos*. Madrid: Grupo Mayéutica Educación.
- ◆ FUNDACIÓN ORANGE (2013). *eEspaña. Informe anual 2013 sobre el desarrollo de la sociedad de la información en España*. Madrid.
- ◆ GAIRÍN, Joaquín (2007). Competencia para la gestión del conocimiento y aprendizaje. *Cuadernos de Pedagogía (Wolters Kluwer España)*, nº 370, julio 2007, pp. 24-27.
- ◆ GINSBURG, H. P. y BAROODY, A. J. (2007). *TEMA-3. Test de competencia Matemática básica*. Adaptación española: Mª Cristina Núñez del Río e Isabel Lozano Guerra. Madrid: TEA Ediciones.
- ◆ Hoyuelos, A. (2002). Loris Malaguzzi y las nuevas tecnologías. Una propuesta para el 0-3. *Aula de Infantil*, nº 39.
- ◆ KAFFASH, H. R.; KARGIBAN, Z. A.; KARGIBAN, S.A.; y RAMEZANI, M.T. (2010). A close look in to the role of ICT in education. *International Journal of Instruction*, vol. 3, nº 2, pp. 63-82.
- ◆ KARIUKI, P. y BURKETTE, L. (2007). *The Effects of Teacher Mediation on Kindergarten Students' Computer-Assisted Mathematics Learning*. Annual Conference of the Mid-South Educational Research Association Hot Springs, Arkansas, Nov. 7-9, 2007 (paper). Recuperado el 3 mayo 2014 de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED498654.pdf>
- ◆ LE LIONNAIS, F. (1976). *Las grandes corrientes del pensamiento matemático*. Buenos aires: Editorial Universitaria.
- ◆ LIBERTUS, M.E.; FEIGENSON, L. y HALBERDA, J. (2013). Numerical approximation abilities correlate with and predict informal but not formal mathematics abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, n. 116, pp. 829-838.
- ◆ MCCOLLISTER, T.S., BURTS, D.C., WRIGHT, V.L. y HILDRETH, G.J. (1986). Effects of Computer-assisted Instruction and Teacher-assisted Instruction on Arithmetic Task Achievement Scores of Kindergarten Children. *Journal of Educational Research*, 80, pp. 121-125.

- ◆ NAVARRO, J.I.; AGUILAR, M.; Marchena, E.; Ruiz, G.; Ramiro, P. (2011). Desarrollo operatorio y conocimiento aritmético: vigencia de la teoría piagetiana. *Revista de Psicodidáctica*, 16 (2), pp. 251-266.
- ◆ NÚÑEZ DEL RÍO, M. C. y PASCUAL, M. I. (2011). Habilidades matemáticas básicas en alumnos de 3º de Infantil: detección temprana de dificultades de aprendizaje y orientaciones para la intervención. *Revista Diálogo Educativo*, Enero-Marzo 2011, pp. 83-105.
- ◆ NÚÑEZ DEL RÍO, C.; DE CASTRO, C.; DEL POZO, A.; MENDOZA, C. y PASTOR, C. (2010). *Inicio de una investigación de diseño sobre el desarrollo de competencias numéricas con niños de 4 años*. En *Investigación en Educación Matemática XIV*. SEIEM. Lleida, pp. 463-474.
- ◆ ORTIZ, M. E. (2012). Estudio de la competencia matemática en la infancia. *Psicogente*, 15 (27): pp. 139-152.
- ◆ ORTIZ, M. E. (2009). Competencia matemática en niños en edad preescolar. *Psicogente*, 12(22), pp. 390-406.
- ◆ PALACIOS, J., MARCHESI, A. y COLL, C. (2006). *Desarrollo psicológico y educación 1*. Madrid: Alianza Editorial.
- ◆ PAOLA, D. (2005). Usando las tecnologías para una didáctica sensata de las matemáticas (6-12 años). *Revista UNO. Didáctica de las matemáticas*, nº 39.
- ◆ PRAET, M. y DESOETE, A. (2014). Enhancing young children's arithmetic skills through non-intensive, computerised kindergarten interventions: A randomised controlled study. *Teaching and Teacher Education*, 39, pp.56-65.
- ◆ PRICE, G. R. y ANSARI, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes, and Treatments. *Numeracy*, Vol. 6: Iss. 1, Article 2.
- ◆ RÄSÄNEN, P., SALMINEN, J., WILSON, A.J., AUNIO, P. y DEHAENE, S. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development* 24(4), pp. 450-472. Recuperado el 11 de mayo de 2014 de: [http://www.aboutdyscalculia.org/Rasanen\\_2009\\_CogDev\\_CAIForLowNumeracy.pdf](http://www.aboutdyscalculia.org/Rasanen_2009_CogDev_CAIForLowNumeracy.pdf)
- ◆ REAL DECRETO 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil.
- ◆ REID, C. (2008). *Del cero al infinito: Por qué son interesantes los números*. México: Librería.
- ◆ RYCHEN, D.S. y SALGANIK, L.H. (eds.) (2006). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Málaga: Aljibe.
- ◆ SALGADO, M. y SALINAS, M.J. (2012). Competencia matemática en niños de 4 años. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 1(1), pp. 54-62.
- ◆ SARAMA, J., y CLEMENTS, D. H. (2009). Teaching math in the primary grades: The learning trajectories approach. *Young Children*, 64(2), pp. 63-65.
- ◆ SARAMA, J. y CLEMENTS, D. H. (2004). Building Blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 2004 pp. 181-189



- ◆ SARAMA, J., y CLEMENTS, D. H. (2002). Building Blocks for young children's mathematical development. *Journal of Educational Computing Research*, 27 (1 y 2), pp. 93-109.
- ◆ STARKEY, P. y COOPER, R.G. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science*, Vol. 210, pp. 1033-1035. Recuperado el 11 de mayo de 2014 de: <http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/dmr/c8ccde/Lecture%209%20Number%20development/Starkey%20&%20Cooper%201980.pdf>
- ◆ THE NUMBER RACE: <http://www.thenumberrace.com/nr/home.php> Recuperado el 19 de mayo de 2014.
- ◆ WILSON, A.J., DEHAENE, S., DUBOIS, O. y FAYOL, M. (2009). Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), pp. 224-234. Recuperado el 11 de mayo de 2014 de: [http://www.aboutdyscalculia.org/Wilson\\_2009\\_MBE\\_AdapGameLowSES.pdf](http://www.aboutdyscalculia.org/Wilson_2009_MBE_AdapGameLowSES.pdf)
- ◆ WILSON A.J., DEHAENE S., PINEL P., REVKIN S.K., COHEN L. y COHEN D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2006, 2 (19). Recuperado el 6 de abril de 2014 de: [http://www.aboutdyscalculia.org/WilsonDehaene\\_2006\\_BehBrainFunctions\\_DesignPrinciples.pdf](http://www.aboutdyscalculia.org/WilsonDehaene_2006_BehBrainFunctions_DesignPrinciples.pdf)
- ◆ WILSON A.J., REVKIN S.K., COHEN D., COHEN L., DEHAENE S. (2006). An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2006, 2(20). Recuperado el 6 de abril de 2014 de: [http://www.aboutdyscalculia.org/WilsonDehaene\\_2006\\_BehBrainFunctions\\_OpenTrialAssessment.pdf](http://www.aboutdyscalculia.org/WilsonDehaene_2006_BehBrainFunctions_OpenTrialAssessment.pdf)
- ◆ WYNN, K.; BLOOM, P. y WEN-CHI, C. (2002). Enumeration of collective entities by 5-month-old infants. *Cognition*, 83, pp. 55-65.