

RECICLAJE DIGITAL EDUCATIVO. DISEÑO DE UN VIDEOJUEGO A PARTIR DE LA YUPANA O «ÁBACO DE LOS INCAS¹».

Jorge Montalvo
Instituto de Investigación Científica-IDIC
Universidad de Lima

Sumilla

En esta investigación se propone el concepto de reciclaje digital educativo, entendido como una forma de recuperar y transformar prácticas y recursos didácticos de otras épocas para introducirlos en un nuevo ciclo de vida más afín con las nuevas generaciones. Además, se sistematiza y analiza el proceso de creación, desarrollo y validación de un videojuego matemático inspirado en la *yupana* o ábaco de los Incas. Los resultados de la investigación respaldan la idea de que el reciclaje digital educativo es una estrategia adecuada para el momento de transición que vivimos, en el que todavía podemos vislumbrar el futuro sin perder de vista el pasado.

Palabras clave: *yupana*, ábaco de los Incas, matemática, reciclaje, videojuegos, educación, material didáctico.

¹ Este artículo académico es una versión mejorada del texto en inglés “*Educational digital recycling: Design of videogame based on Inca abacus*” (2012), publicado en línea en: <http://www.intechopen.com/books/interactive-multimedia/educational-digital-recycling-design-of-videogame-based-on-inca-abacus->.

Abstract

This research proposes the concept of educational digital recycling, defined as a way to recover and transform teaching practices and didactic resources from other epochs to introduce them in a new cycle of life more related to the new generations. In addition, research systematizes and analyzes the process of creation, development and validation of a mathematical game inspired on Inca abacus. The research results support the idea that educational digital recycling is an appropriate strategy for the transition moment we live, where we can still glimpse the future without losing sight of the past.

Keywords: *yupana, Inca abacus, mathematics, recycling, video games, education, teaching materials.*

1. Introducción

1.1. Aprendizaje artesanal y reciclaje digital educativo

El sentido original del término “aprendiz” es interesante y poco conocido. El profesor Mariano Aral, especialista en léxico español, lo reseña así:

El complementario de aprendiz es el maestro a secas, es decir el maestro artesano (el que domina un oficio). [...] Lo que caracterizaba todas las maestrías en relación con los respectivos aprendices era que les hacían trabajar (no que les hacían aprender, que esto era cuenta del propio aprendiz, que aprendía por el simple hecho de trabajar). [...] Al pasar de la sociedad artesanal a la industrial, se entendió que la industria no era el mejor lugar para los aprendices, que allí se iba de cara a la producción, y tenían que llegar enseñados y a ocupar un lugar productivo para la empresa. Que por consiguiente el aprendizaje tenía que salir de la industria y desplazarse a la escuela. [...] Fue la subversión de todo. En vez de maestros, se les dieron profesores; en vez de proporcionarles máquinas, herramientas y materiales de trabajo, les dieron lápiz y papel, y libro y pizarra; en vez de práctica, explicaciones y más explicaciones; y en vez de convertirlos en aprendices, se les mantuvo como alumnos (Aral 1999).

Este simpático texto de Mariano Aral expresa cierta nostalgia por la educación artesanal basada en el aprendizaje práctico con materiales concretos. Otros autores van más lejos y llegan a vincular la cultura artesanal con la era digital. Juan Freire –coincidiendo con

el experto en innovación Charles Leadbeater– piensa que la sociedad industrial fue una anomalía y que la era digital no es una revolución, sino la recuperación de formas de trabajar, participar y compartir que creíamos olvidadas. La revolución industrial significó un aumento de la eficiencia en detrimento del placer de aprender haciendo, de conversar con los que nos rodean, y de tomar decisiones colectivas sin autoridades externas. Con la llegada de la era digital, nuevamente «[...] los espectadores se transforman en artesanos digitales, el saber profano se revaloriza, y el conocimiento se vuelve a compartir, se copia y se remezcla en un círculo virtuoso creativo» (Freire 2006).

La relación entre medios digitales y prácticas artesanales se expresa de diversas maneras. Una de ellas es el “reciclaje digital educativo”, que podemos definir como la transformación creativa de prácticas y recursos didácticos tradicionales para introducirlos en un nuevo ciclo de vida más afín con las nuevas generaciones. En este proceso, las nuevas tecnologías juegan un papel importante.

Según D. Buckingham, hoy es tan inevitable usar tecnologías en la escuela como siempre lo fue: «[...] el libro, el lápiz y la pizarra son tecnologías, al igual que la computadora, la videgrabadora o el último dispositivo de comunicación móvil. La pregunta no es si se ha de usar tecnología, ni siquiera qué tecnologías usar, sino por qué y cómo usarlas» (Buckingham 2008: 224). Otros autores afirman que «[...] los problemas de la escuela no provienen de la incorporación de mayor o menor tecnología, sino de su modelo comunicativo, vertical, secuencial y autista, que no se abre hacia el exterior» (Quiroz 2008: 49-50). Por otro lado, el uso de materiales multimedia y aplicaciones digitales es cada vez más frecuente en todas las escuelas. Sin embargo, como señala A. Gutiérrez (2003: 42), muchas veces se les atribuye ventajas didácticas que tal vez no poseen y se asume, sin más, que favorecen el aprendizaje.

Para lograr cambios significativos en la escuela hay que evitar las críticas generalizadas y especificar qué prácticas educativas son las que deberían desecharse, mantenerse o renovarse. Nosotros creemos que una cuestión clave tiene que ver con el tipo de materiales que se emplean. En la mayoría de escuelas peruanas el material predominante es el texto impreso, principalmente libros y cuadernos de trabajo, los cuales –en las escuelas públicas– son distribuidos por el Estado. Aquí cabe preguntarse

cómo influye el uso cotidiano de textos impresos y estandarizados en el modelo comunicativo del aula. Si consideramos que la escritura –a diferencia de la oralidad– es más lineal y menos dialógica, probablemente los libros y cuadernos favorezcan un estilo de comunicación vertical. Algunos especialistas consideran que los textos escolares no solo definen los temas y el alcance del currículum, también condicionan las prácticas docentes; es decir, no solo determinan qué se enseña, sino cómo se enseña (Benavides *et al.* 2009: 33).

Otro tipo de material didáctico que se usa en las escuelas –sobre todo de nivel primario– son los materiales manipulativos, por ejemplo: rompecabezas, bloques lógicos, tarjetas léxicas, etc. En esta categoría se encuentra la *yupana*, conocida como el ábaco de los incas. Un dibujo del siglo XVI del cronista Guamán Poma presenta a la *yupana* junto al quipu, por lo que se cree que eran herramientas de cálculo complementarias (figura 1).



Fig. 1 Dibujo del cronista Felipe Guamán Poma

El término *yupana* deriva de la palabra quechua *yupay* que significa “contar”. Originalmente consistía en un tablero de arcilla o piedra con varias columnas y casilleros donde habían pequeñas hendiduras para colocar granos de maíz. No existe

consenso entre los investigadores sobre cómo se usaba antiguamente; sin embargo, para su uso en la escuela se ha elegido la interpretación de William Burns, basada en el sistema decimal (Bousany 2008: 18). El tablero se ha girado a una posición horizontal, donde cada columna tiene el valor de un múltiplo de diez y cada círculo el valor de uno multiplicado por el valor de su columna. Los casilleros superiores sirven para la memoria o canje y debajo aparecen diez círculos, agrupados en dos, tres y cinco unidades para facilitar el conteo (figura 2).

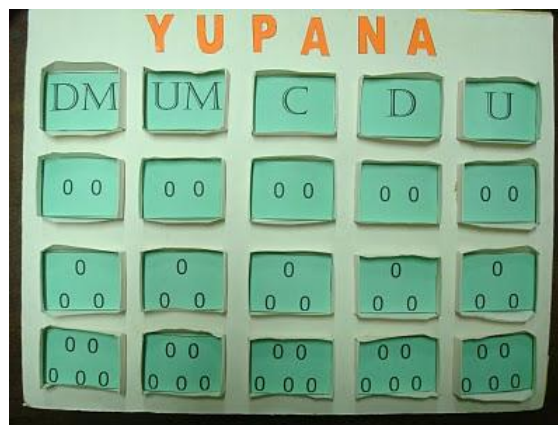


Fig. 2 Representación del sistema decimal en la yupana

En 1986, la *yupana* fue promovida como material didáctico para los primeros grados de primaria por la Doctora Martha Villavicencio. Desde entonces, en algunas escuelas se emplean *yupanas* artesanales hechas con madera, cartón o *teknopor* y los números se representan con botones, fichas o semillas (figura 3).



Fig. 3 Utilización de la *yupana* artesanal en la escuela

Existen varios estudios y testimonios que certifican las cualidades didácticas de la *yupana* para la comprensión del valor posicional de los números y la realización de cálculos inmediatos (Vargas de Avella y López de Castilla 2000: 75). Se afirma que «[...] la *yupana* es una herramienta pedagógica e histórica que permite a los estudiantes comprender ciertos algoritmos matemáticos que muchas veces se aplican en forma mecánica sin saber la parte lógica» (Torres 2009). Considerando la gran importancia que tiene el área lógico matemática en la educación básica y las dificultades y resistencias que suele generar su aprendizaje, nosotros nos propusimos investigar la factibilidad de reciclar digitalmente la *yupana* artesanal y convertirla en un videojuego educativo.

1.2. Videojuegos educativos multisensoriales

Los videojuegos educativos se pueden incluir en la categoría denominada “juegos serios”. Este concepto suele abarcar los juegos que tienen un propósito distinto al simple entretenimiento y cuyo campo de aplicación es muy variado: desde el entrenamiento militar hasta la educación en salud, pasando por la capacitación empresarial o la formación artística (Susi *et al.* 2007). Con relación al potencial educativo de los juegos electrónicos, se ha criticado (Buckingham 2008: 173) que gran parte de estos paquetes se centra en la práctica de habilidades descontextualizadas o en contenidos fácticos de asignaturas, donde el usuario se limita a responder preguntas entre una variedad de opciones; la intención, más que enseñar, parece ser la de evaluar habilidades o conocimientos ya adquiridos. Tejeiro y Pelegrina (2008: 135) citan estudios donde se alerta sobre la posibilidad de que los videojuegos educativos favorezcan la cognición experiencial, basada en reacciones a eventos sucesivos, pero no la cognición reflexiva, que es la que permitiría aplicar lo aprendido en otras áreas. Se afirma que el contexto del juego produce mayores niveles de motivación, sin embargo esto parece interferir con la cognición reflexiva, de manera que los alumnos son capaces de transferir su comprensión de los principios del juego a otros juegos, pero no de extraer las reglas en las que se basan. También se ha observado que, sin la guía de un profesor, los participantes en un videojuego educativo se concentran en la naturaleza competitiva del juego y no en el seguimiento de su propia comprensión. Esto ha sido interpretado en

referencia al concepto de zona de desarrollo próximo de Vygotsky, según el cual los sujetos pueden superar un nivel de aprendizaje cuando son ayudados por alguien más competente. Otros autores han indicado que los videojuegos pueden ser útiles para «[...] enseñar abstracciones externas como la matemática o la física, pero tienen limitaciones a la hora de representar la introspección o la filosofía» (Zagalo 2010: 65).

Todas estas observaciones, en realidad, no invalidan el uso de los juegos electrónicos en la escuela, solo nos advierten sobre las condiciones que debería cumplir un videojuego educativo para ser realmente educativo. Nosotros creemos que la principal condición tiene que ver con las reglas creativas del juego, entendidas no tanto como las instrucciones para jugar, sino como los principios estructurales del diseño. Por ejemplo, un videojuego estructurado en forma de laberinto es apropiado para aprender nociones de lateralidad y orientación espacial (izquierda/derecha, arriba/abajo). Sin embargo, hay muchos juegos donde el laberinto es solo un pretexto lúdico para “atrapar” números, letras, animales o cualquier objeto o tema supuestamente educativo. Pareciera que primero se decide el formato del juego y luego se busca un contenido educativo susceptible de ser insertado en él. Pero este problema no es exclusivo del entorno virtual, en el mundo físico existen –por ejemplo– juegos de mesa con la estructura de casilleros, fichas y dados, referidos a temas educativos muy diversos: desde geografía y seguridad vial hasta medio ambiente o salud. En todos estos casos, la educación es concebida como transmisión de información o reiteración de saberes previos y no como construcción de aprendizajes.

Sobre la producción de videojuegos educativos, algunos autores afirman que –a diferencia de los videojuegos comerciales con altos presupuestos– disponer de recursos económicos muy restringidos «[...] tiene consecuencias considerables en lo que respecta a la calidad de los gráficos y el nivel de interactividad y, por ende, a su capacidad para atraer alumnos reacios» (Buckingham 2008: 155). Nosotros creemos que los videojuegos educativos no deberían compararse con los videojuegos comerciales, sino con los materiales escolares tradicionales, frente a los cuales sí resultan más atractivos. Hay estudios, además, que advierten sobre el efecto distractor de los dibujos demasiado complejos o realistas (Medina 2010: 279). De otro lado, con relación a los materiales que se usan en el juego simbólico –que tiene gran influencia en el desarrollo

del pensamiento infantil–, se afirma que, «[mientras] más sencillos y funcionales sean [...], los resultados que se obtendrán del juego simbólico serán positivamente mejores y mayores» (Licona 2000). Por lo tanto, la escasez de recursos económicos para la producción de videojuegos educativos no debe verse, necesariamente, como una desventaja.

El carácter multisensorial de los videojuegos es otro aspecto a destacar. La neurociencia ha comprobado las ventajas pedagógicas de que un material educativo estimule varios sentidos simultáneamente. Se dice que cuando «[...] el tacto se combina con la información visual, el aprendizaje mejora casi en un treinta por ciento» (Medina 2010: 244). También se afirma que las terminaciones nerviosas que tenemos en las yemas de los dedos generan una actividad cerebral que facilita la comprensión. Cuando se comprende lo que se está aprendiendo se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre (Fernández 2010: 5). Hace varios años, con relación al cine, Michel Chion (1993: 10) propuso que existen influencias transensoriales entre lo que vemos y lo que oímos. Según este autor, no se ve lo mismo cuando se oye, ni se oye lo mismo cuando se ve. Actualmente, con el auge de las pantallas táctiles y los sistemas de reconocimiento físico, las influencias transensoriales de los medios y materiales educativos pueden ser más intensas y variadas.

1.3. Objetivos

Nuestra pregunta principal de investigación fue la siguiente: ¿Cuál es el modo más apropiado de reciclar digitalmente la *yupana* artesanal para convertirla en un videojuego educativo que potencie sus cualidades pedagógicas? Los objetivos específicos fueron:

- a) Desarrollar un prototipo de videojuego matemático inspirado en la *yupana*.
- b) Crear una serie de audio-problemas lógico matemáticos como parte del videojuego.
- c) Validar el prototipo con escolares de segundo grado de primaria.

En este proyecto interdisciplinario contamos con la asesoría de David Palomino, especialista en educación matemática, y David Chura, diseñador de aplicaciones web.

2. Metodología

2.1. El proceso creativo del reciclaje digital

La primera condición del reciclaje digital educativo es partir de una práctica real o un material físico susceptibles de ser transformados y enriquecidos con la tecnología digital. Hoy existen innumerables recursos virtuales en Internet, pero muchos se limitan a copiar o simular materiales o prácticas del mundo real. Por otro lado, en el mundo físico existen experiencias educativas vivenciales que resultan imposibles de ser reproducidas virtualmente. Para ilustrar mejor estos principios, permítanme contar una anécdota personal.

Cuando mi hijo mayor tenía tres años jugaba con un multimedia de Winnie Pooh para aprender a pintar. El diseño de la interfaz presentaba tres frascos de pintura con los colores básicos, un pincel, una paleta para mezclar y dibujos en blanco para colorear. La tarea consistía en pintar los dibujos con los mismos colores de unas láminas de referencia. Mi hijo siempre tuvo dificultad con el color verde, que debía obtenerlo mezclando amarillo y azul. Si lo lograba, casi siempre era por casualidad. Hasta que una vez, tuvo una experiencia vivencial significativa. Un día, cuando estábamos caminando por la calle, le dieron ganas de miccionar. Entramos a un baño público donde recién habían hecho limpieza y el agua del inodoro tenía el color azul del desinfectante. Al empezar a orinar, mi hijo vio sorprendido cómo el agua cambiaba de color. Yo aproveché para explicarle que al mezclar el amarillo con el azul resulta verde y él nunca olvidó esa lección. Incluso, fue capaz de transferir lo aprendido: una vez se sirvió una gaseosa amarilla en un vaso de vidrio azul, y al ver que el cristal se ponía de color verde, recordó inmediatamente lo sucedido en el baño.

Si comparamos el multimedia de Winnie Pooh con la experiencia del baño podemos notar algunas diferencias importantes. La interfaz del multimedia presenta un diseño que simula un entorno artístico, semejante al sitio de trabajo de alguien que se dispone a pintar con un set de colores. Un baño público, en cambio, es un lugar inusual y hasta inapropiado para aprender a colorear. Por eso mismo es capaz de generar mayor sorpresa y curiosidad, lo cual acrecienta la emoción y favorece el aprendizaje. Otra

diferencia fundamental está relacionada con la forma de aparición del color verde. En el multimedia de Winnie Pooh, cuando el pincel con pintura azul toca el amarillo de la paleta, el verde aparece automáticamente, como por arte de magia. En el inodoro, en cambio, el efecto es progresivo y en tiempo real, lo que fija la atención en el proceso y no solo en el resultado final.

Como señalamos antes, el reciclaje digital educativo consiste en transformar creativamente un material y no solo en reproducirlo virtualmente. En relación con el ábaco chino, por ejemplo, existen en la web varias versiones digitales (figura 4) que imitan sus características físicas añadiendo solo algunas funciones interactivas.

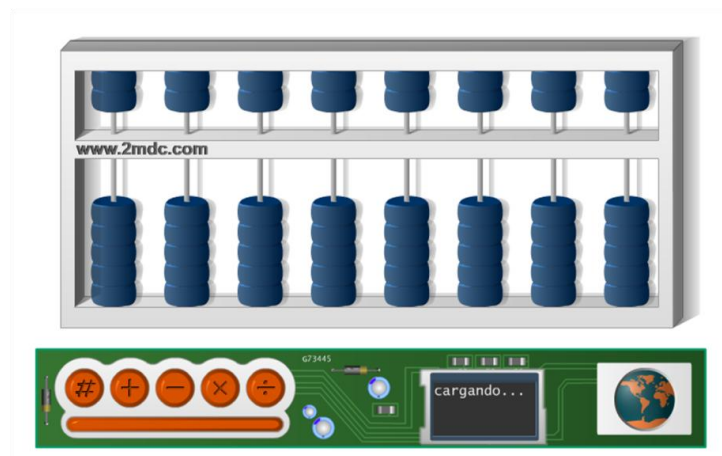


Fig. 4 Versión digital del ábaco chino

Por otro lado, en relación con el ábaco de los Incas, existen propuestas en Bolivia (Murillo 2010) y en Colombia (I.E. Once de Noviembre 2010) que son básicamente imitaciones digitales de la yupana artesanal (figura 5).



Fig. 5 Ejemplos de yupanas virtuales

En este tipo de proyectos se aprovecha la tecnología digital pero no la “cultura” digital, porque no se utilizan los formatos y estilos de comunicación que han surgido en torno a los nuevos medios. En nuestro caso, lo que hicimos fue transformar creativamente la *yupana* artesanal y convertirla en un videojuego –ambientado en una nave espacial– al que denominamos: “Yupi 10”.

2.3. Desarrollo del prototipo

Para crear el prototipo (figura 6) optamos por un diseño simple de la interfaz que permita contextualizar el juego y facilitar la interactividad. Además, hicimos varios cambios en el diseño tradicional de la *yupana*. Eliminamos la columna de las decenas de millar porque no se usa en los problemas correspondientes a los primeros grados de primaria. También alineamos verticalmente los diez círculos de cada columna con el fin de mejorar la usabilidad del juego y posibilitar su funcionamiento, no solo en computadoras personales, sino también en teléfonos móviles y tablets. A cada columna le asignamos un color para que resulte más sencillo entender las equivalencias: por ejemplo, que diez círculos rojos equivalen a un círculo azul. Esta idea la rescatamos de las prácticas de algunos docentes con la *yupana* artesanal. El prototipo puede verse en línea en: <http://www.yupi10.org/>



Fig. 6 Pantalla principal del prototipo del videojuego Yupi 10

¿Cómo se juega Yupi 10? Primero, el usuario debe elegir una misión de la nave. En el prototipo incluimos nueve misiones (figura 7), con niveles de dificultad crecientes que corresponden al segundo grado de educación primaria.



Fig. 7 Misiones con niveles de dificultad crecientes

Todas las misiones tienen forma de audio-problemas y representan situaciones dramatizadas mediante un diálogo entre la capitana de la nave y el teniente. Por ejemplo, ocurre una emergencia y surge un problema relacionado con la cantidad de

cilindros de oxígeno disponibles en la nave. El siguiente paso es usar el tablero de colores para representar gráficamente los datos del problema (figura 8) y ejecutar la operación aritmética que corresponda: suma o resta. Finalmente, se verifica el resultado en el menú de opciones y aparece una calificación: “misión cumplida” o “error detectado”. Para poder pasar a la siguiente misión, el niño debe resolver correctamente el problema previo.

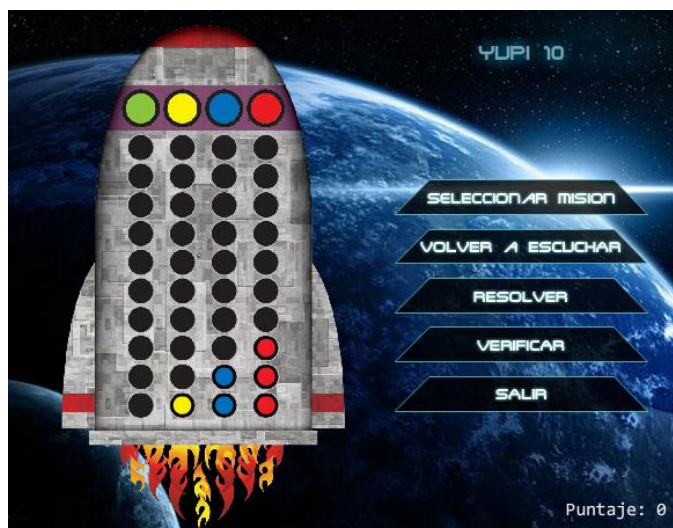


Fig. 8 Tablero de colores con datos y menú de opciones

Veamos cómo se realiza una operación de adición (figura 9). Supongamos que debemos sumar $18 + 5$. Primero representamos el número dieciocho encendiendo con el cursor ocho unidades y una decena (figura 9a). Luego añadimos las cinco unidades, pero como solo hay dos círculos disponibles (figura 9b), debemos canjear las diez unidades por una decena. Para eso, apagamos toda la columna roja con el círculo superior y encendemos un círculo de la columna azul (figura 9c). Después continuamos añadiendo las tres unidades que faltan y al final aparece representado el resultado de la suma: veintitrés (figura 9d).

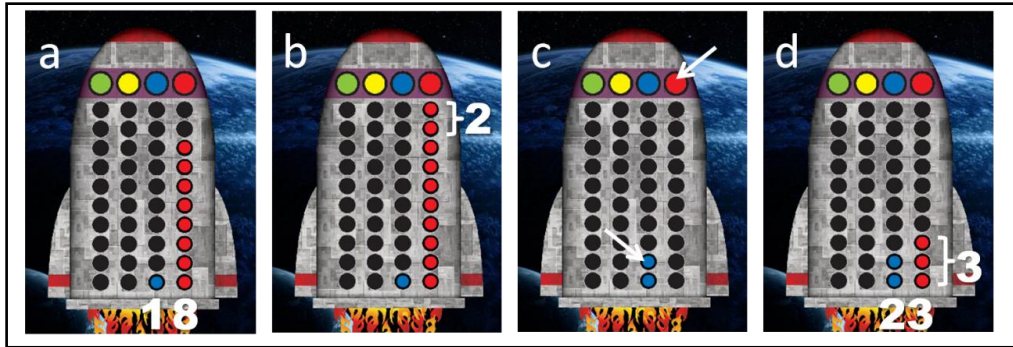


Fig. 9 Ejemplo de adición ($18 + 5 = 23$)

En una operación de sustracción, el proceso es inverso (figura 10). Supongamos que queremos restar $23 - 5$. Primero representamos el número veintitrés (figura 10a). Luego restamos el número cinco, pero como solo hay tres círculos disponibles (figura 10b), debemos canjear una decena por diez unidades. Para eso, apagamos un círculo azul y encendemos toda la columna roja con el círculo superior (figura 10c). Después continuamos apagando los dos círculos rojos que faltan y al final aparece representado el resultado de la resta: dieciocho (figura 10d).

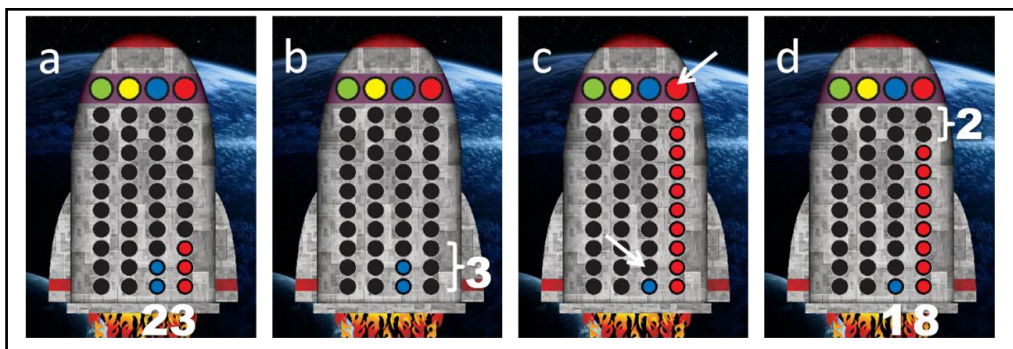


Fig. 10 Ejemplo de sustracción ($23 - 5 = 18$)

3. Análisis

3.1. Influencia del diseño creativo en el aprendizaje

El reciclaje digital educativo requiere identificar qué aspectos del material tradicional son esenciales y deberían conservarse y cuáles se podrían eliminar o modificar. Poner y

quitar semillas o fichas en la *yupana* artesanal son acciones claves porque representan las operaciones de adición y sustracción. Por eso, en el caso de Yupi 10, elegimos dos acciones equivalentes: encender y apagar círculos de colores. Otro aspecto importante del diseño es decidir si determinada función interactiva debe ser automática o manual. Por ejemplo, en el proceso de canje entre columnas de Yupi 10, existía la posibilidad técnica de que al completarse los diez círculos de una columna “automáticamente” se apaguen todos y se encienda uno en la siguiente. Sin embargo, nosotros preferimos que los niños realicen el canje “manualmente” o “mecánicamente” –como en la *yupana* artesanal– para que asimilen mejor las equivalencias propias del sistema decimal. En el caso del multimedia de Winnie Pooh, que comentamos antes, si el color verde no apareciera en forma automática o instantánea –casi “mágica”–, sino en forma mecánica o manual, probablemente generaría un mejor aprendizaje de la mezcla de colores básicos. Aquí cabe destacar que la tecnología digital es sumamente flexible, pues permite reproducir, tanto los procesos automáticos –típicos de la sociedad industrial–, como los sistemas manuales –propios de la sociedad artesanal–.

Con relación a los audio-problemas del videojuego, el hecho de ser exclusivamente sonoros, sin ningún texto escrito o imagen de apoyo, parecería contradecir la conveniencia pedagógica –señalada antes– de que los materiales educativos deben ser multisensoriales. Tuvimos varias razones para tomar esta decisión creativa. En primer lugar, algunos expertos en educación matemática sostienen que, a partir de segundo grado de primaria, cuando solo se plantea a los niños problemas aritméticos que deben leer en sus libros de texto, comienzan a perder la habilidad de escuchar que desarrollaron en primer grado. También afirman que en la vida cotidiana la mayor parte de problemas aritméticos que se nos presentan y debemos resolver son de naturaleza oral. Por eso, recomiendan que en la escuela se debería buscar un adecuado equilibrio entre el planteamiento de problemas escritos y orales (Capote 2005). Por otro lado, los relatos exclusivamente sonoros exigen un nivel de atención y concentración más alto, lo cual favorece que los niños procesen y analicen la información de mejor manera. Como señala Shanker (2010), cuanto más calmado, enfocado y alerta esté un niño, podrá integrar mejor la diversa información sensorial que recibe su cerebro, assimilarla, y organizar sus pensamientos y acciones.

Otro aspecto importante relacionado con los audio-problemas, fue determinar la forma de redactarlos y clasificarlos según los niveles de dificultad. Varios especialistas en educación matemática señalan que para resolver un problema eficazmente los niños y niñas deben realizar un análisis global del significado del texto, es decir comprender el enunciado del problema. En este sentido, existe una clasificación semántica de los problemas aritméticos elementales verbales (PAEV) en cuatro categorías: combinación, cambio, comparación e igualación (Puig y Cerdán 1988). Los problemas de combinación suelen ser los más sencillos y describen la relación entre dos partes y un todo. Por ejemplo: “En una reunión hay 35 personas, 12 son hombres, ¿cuántas son mujeres?” Aquí la incógnita es una de las partes que conforman el todo. Otra posibilidad es que la incógnita sea el todo: “En una reunión hay 12 hombres y 23 mujeres, ¿cuántas personas hay en total?”

Los problemas de cambio tienen un grado de dificultad ligeramente mayor. En ellos existe una cantidad inicial, una cantidad de cambio y una cantidad final. Por ejemplo: “Ana tenía 12 monedas, gana 7 monedas, ¿cuántas monedas tiene ahora?” Aquí la incógnita es la cantidad final, pero también puede ser la cantidad inicial: “Ana tenía algunas monedas, gana 7 monedas, ahora tiene 19 monedas, ¿cuántas monedas tenía al inicio?” Otra posibilidad es que la incógnita sea la cantidad de cambio: “Ana tenía 12 monedas, gana algunas monedas, ahora tiene 19 monedas, ¿cuántas monedas ganó?” Estos mismos problemas de cambio se pueden expresar en forma decreciente, reemplazando la expresión “ganar monedas” por “perder monedas”.

El grado de dificultad de los problemas de comparación es superior y presentan una relación estática entre dos cantidades: la de referencia y la comparada. Por ejemplo: “Juan tiene 8 años, Ana tiene 13 años, ¿cuántos años más tiene Ana que Juan?” Aquí la incógnita es la diferencia, pero también puede ser la cantidad comparada: “Juan tiene 8 años, Ana tiene 5 años más que Juan, ¿cuántos años tiene Ana?” Otra posibilidad es que la incógnita sea la cantidad de referencia: “Ana tiene 13 años, y 5 años más que Juan, ¿cuántos años tiene Juan?” Estos mismos problemas se pueden enunciar en forma negativa reemplazando la expresión “más que” por “menos que”.

Los problemas de igualación suelen ser los más difíciles y también implican comparaciones entre dos cantidades, pero usando un conector del tipo «tanto como» o

“igual que”. Por ejemplo: “Juan pesa 27 kilos, Ana pesa 18 kilos, ¿cuántos kilos tiene que aumentar Ana para pesar tanto como Juan?” Aquí la incógnita es la diferencia, pero también puede ser la cantidad comparada: “Juan pesa 27 kilos, si Ana aumenta 9 kilos pesará tanto como Juan, ¿cuántos kilos pesa Ana?” Otra posibilidad es que la incógnita sea la cantidad de referencia: “Ana pesa 18 kilos, si aumenta 9 kilos pesará tanto como Juan, ¿cuántos kilos pesa Juan?” Como en el caso anterior, estos mismos problemas se pueden expresar en forma negativa reemplazando “aumentar kilos” por “perder kilos”.

Los grados de dificultad de estas cuatro categorías no son absolutos, hay estudios que sugieren que algunos formatos específicos de una categoría inferior resultan más difíciles que otros formatos específicos de una categoría superior. Por ejemplo, el formato de cambio: “Ana tenía algunas monedas, pierde 7 monedas, ahora tiene 19 monedas, ¿cuántas monedas tenía al inicio?”, suele resultar más difícil que el formato de comparación: “Juan tiene 8 años, Ana tiene 13 años, ¿cuántos años más tiene Ana que Juan?”

Cabe destacar que esta clasificación semántica de los problemas aritméticos elementales verbales (PAEV) pone énfasis, no tanto en las habilidades de cálculo de los niños, sino en su capacidad de análisis y razonamiento. A partir de estos criterios redactamos los nueve audio-problemas de Yupi 10, agrupándolos en tres niveles de dificultad: inicial, intermedio y superior.

3.2. Validación del prototipo y resultados

El reto de toda innovación educativa consiste en poder convertir los objetos de conocimiento en objetos de deseo (Ferrés 2008: 180). En este sentido, durante la validación cualitativa del prototipo con tres grupos de niños, entre 7 y 9 años, pudimos observar que el videojuego despertaba interés y curiosidad, a pesar de la sencillez de su diseño y la usual resistencia que genera la matemática en los alumnos. Sin embargo, también observamos un inconveniente: algunos niños escuchaban los audio-problemas rápidamente y decidían la operación a realizar –suma o resta– sin pensarlo mucho, casi adivinando, y si al verificar el resultado les salía “error detectado”, simplemente realizaban la operación contraria y les salía “misión cumplida”. Ellos se dieron cuenta de que, eligiendo la operación al azar, tenían 50 por ciento de probabilidades de éxito, lo

que propiciaba una conducta como de lanzar los dados a ver qué sale. Como señalamos antes, los audio-problemas fueron diseñados a partir de una clasificación semántica que exige análisis y razonamiento. Por lo tanto, esta actitud de los niños contradice el propósito educativo del videojuego. Para corregir este defecto, se podría incluir en la versión final un sistema de puntajes: ganar un punto por cada acierto y perder un punto por cada error. Este sistema de gratificaciones y sanciones se suele usar en algunos videojuegos comerciales y creemos que también sería apropiado para Yupi 10. Durante la validación pudimos evaluar esta idea tentativamente. Cuando les advertíamos a los niños: “piensen bien, si se equivocan pueden perder puntos”, volvían a escuchar los audio-problemas para analizarlos mejor antes de decidir la operación a realizar.

Aquí cabe preguntarnos: qué tan importante es el azar en las actividades lúdicas o de entretenimiento. En un partido de fútbol, por ejemplo, el azar es un factor que va más allá de la capacidad de los jugadores y que –además de añadirle interés al encuentro– puede influir en el resultado final. En el caso de un videojuego educativo, ¿será conveniente incorporar el componente del azar? Creemos que, eventualmente, podría usarse en aspectos ajenos a lo que hemos llamado las reglas estructurales del juego, que están directamente vinculadas con los objetivos educativos del material. De este modo, se podría aumentar el interés de los participantes en la actividad, pero sin afectar el aprendizaje esperado.

Otro inconveniente que observamos durante la validación fue que algunos niños, en vez de usar el tablero de la nave para graficar los datos del problema y realizar la operación respectiva, hacían el cálculo mentalmente (o con los dedos) y solo usaban la interfaz para verificar el resultado, sobre todo en los problemas más sencillos. Nos daba la impresión de que los niños querían hallar la respuesta rápidamente y que usar el tablero de la nave les parecía demasiado lento. Probablemente, esta actitud está influenciada por los videojuegos comerciales, en los que la velocidad de reacción de los usuarios es un factor clave del éxito. Aunque también por la costumbre de muchos docentes de valorar más el resultado de una operación matemática que el proceso de pensamiento seguido por el alumno. En cualquier caso, es una actitud que no contribuye con el propósito de incentivar la reflexión y el razonamiento en los niños. Un modo de superar este inconveniente sería incluir en el videojuego la posibilidad de verificar, no solo el resultado final de la operación, sino algunos pasos previos: por ejemplo, representar

adecuadamente los datos del problema y elegir correctamente la opción de suma o resta. Así estaríamos promoviendo en los niños una actitud metódica y progresiva para alcanzar una meta.

En relación con el docente, un resultado destacable de la validación del prototipo tiene que ver con su función mediadora entre el material y los niños. En una investigación anterior sobre adivinanzas audiovisuales (Montalvo 2011: 130) sosteníamos que la función mediadora del docente consiste en facilitar “pistas” o ayudas individualizadas que una máquina difícilmente puede ofrecer, ya que la tecnología tiende a homogeneizar a los usuarios. La validación de Yupi 10 apoya y confirma este criterio. La prueba del videojuego nos permitió experimentar situaciones en las que tuvimos que asumir el rol de un facilitador de “pistas” o ayudas a la medida de cada estudiante. En un caso, por ejemplo, fue necesario enseñar a un niño cómo representar los números en el tablero de la nave. En otro caso, tuvimos que usar gráficos y diagramas –hechos en el momento– para aclarar el sentido de un audio-problema. En general, lo que pudimos comprobar es que existen grandes diferencias y desniveles en los conocimientos previos de los estudiantes, lo cual implica que la participación mediadora del docente o de un estudiante de nivel superior es fundamental para un mejor aprovechamiento de las tecnologías.

4. Conclusiones

En este informe de investigación, hemos sistematizado y analizado el proceso de reciclaje digital de la yupana o ábaco de los Incas y su conversión en el videojuego educativo Yupi 10. De esta experiencia podemos destacar las siguientes conclusiones:

4.1. El reciclaje digital educativo es una estrategia adecuada para el momento que vivimos, de transición hacia una sociedad plenamente digital. Un momento en el que todavía podemos vislumbrar el futuro sin perder de vista el pasado. Para apreciar la flexibilidad creativa de la tecnología digital, hay que imaginarla como una cultura inclusiva capaz de acoger y potenciar recursos y prácticas educativas, tanto de la sociedad artesanal como de la sociedad industrial.

- 4.2.** Los videojuegos educativos son realmente educativos cuando las reglas básicas del juego –es decir, los principios estructurales del diseño creativo– coinciden plenamente con los objetivos de aprendizaje del material. En caso contrario, solo incentivan el repaso de conocimientos ya adquiridos y corresponden a una categoría de medios y recursos digitales que conciben el proceso educativo más como transmisión de información que como construcción de aprendizajes.
- 4.3.** Cabe destacar el valor didáctico de las acciones manipulativas, que suelen ser minimizadas frente a los aspectos visuales y sonoros de muchos recursos multimedia. Por eso, tal vez a los videojuegos educativos deberíamos llamarlos “video-juguetes” para tener siempre presente su carácter multisensorial y manipulativo. Esta cualidad cobra especial relevancia con el auge de las pantallas táctiles.
- 4.4.** La forma de plantear los problemas aritméticos en Yupi 10 –privilegiando el razonamiento matemático sobre las habilidades de cálculo– creemos que es un enfoque muy apropiado para la sociedad de la información. En esta época, aprender a razonar es una competencia fundamental, ya que permite analizar la información disponible y convertirla en conocimiento útil.
- 4.5.** Finalmente, cabe preguntarnos: ¿No será que nos sentimos tan fascinados con las nuevas tecnologías que estamos olvidando las buenas prácticas educativas del pasado? ¿Cuántos materiales artesanales valiosos creados por maestros anónimos se podrían reciclar digitalmente para multiplicar sus beneficios? ¿Cuántas experiencias innovadoras realizadas en pequeñas escuelas rurales se podrían recuperar y potenciar digitalmente para proyectarlas al mundo? La cultura digital no reconoce fronteras de tiempo ni de espacio. La yupana de los Incas se creó hace muchos años en una sociedad que ya no existe y fue rescatada como material educativo a fines del siglo pasado. Hoy, al reciclarla digitalmente como Yupi 10, quizá tenga la oportunidad de iniciar un nuevo ciclo de vida que atraiga a los nativos digitales.

5. Bibliografía

ARAL, Mariano

1999 «Aprendizaje». En: El Almanaque. 21 de julio de 1999. Fecha de consulta: 11/02/2011. <<http://www.elalmanaque.com/julio/21-7-eti.htm>>.

BENAVIDES, Martín; DÍAZ, Juan José y VILLARÁN, Verónica

2009 «Presupuesto evaluado: Materiales educativos». Fecha de consulta: 21/02/2011. <www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/.../Materiales_Educativos.pdf>.

BOUSANY, Yonit

2008 «Yupanchis. La matemática inca y su incorporación a la clase». *ISP Collection. Paper 1*. Fecha de consulta: 20/02/2010. <http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1>.

BUCKINGHAM, David

2008 *Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital*. Buenos Aires: Manantial.

CAPOTE, Manuel

2005 «Planteamiento de un problema aritmético con texto en la escuela primaria». Fecha de consulta: 08/10/2010. <www.ucp.pr.rimed.cu/sitios/revistamendive/nanteriores/Num8/pdf/3.pdf>.

CHION, Michel

1993 *La audiovisión. Introducción a un análisis conjunto de la imagen y el sonido*. Barcelona: Paidós. Fecha de consulta: 10/02/2011. <www.lapizdigital.com.ar/.../la%20audiovisión%20-%20michel%20chion.pdf>.

FERNÁNDEZ, José Antonio

2010 «Neurociencias y enseñanza de la matemática. Prólogo de algunos retos educativos». Revista Iberoamericana de Educación, n° 51, OEI.

Fecha de consulta: 22/10/2010.

<<http://fernandezbravo.ning.com/profiles/blogs/algunos-articulos-y-documentos>>.

FREIRE, Juan

2006 «La era industrial fue una anomalía». *Nómada* [blog]. Fecha de consulta: 12/02/2011. <http://nomada.blogs.com/jfreire/2006/12/la_era_industri.html>.

FERRÉS, Joan

2008 *La educación como industria del deseo. Un nuevo estilo comunicativo*. Barcelona: Gedisa.

GUTIÉRREZ, Alfonso

2002 *Alfabetización digital. Algo más que ratones y teclas*. Barcelona: Gedisa.

I.E. ONCE DE NOVIEMBRE

2010 «Proyectos pedagógicos». Fecha de consulta: 20/03/2011. <<http://inemoncedenoviembre.blogspot.com/>>.

LICONA, Ana

2000 «La importancia de los recursos materiales en el juego simbólico». *Revista Pixel-Bit*, n° 14. Fecha de consulta: 10/02/2011. <<http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n14/n14art/art142.htm>>.

MEDINA, John

2010 *Los 12 principios del cerebro. Una explicación sencilla de cómo funciona para obtener el máximo desempeño*. Bogotá: Norma.

MONTALVO, Jorge

2011 «Adivinanzas audiovisuales para ejercitar el pensamiento creativo infantil». *Comunicar*, n° 36. Fecha de consulta: 10/03/2011. <<http://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=detalles&numero=36&articulo=36-2011-15>>.

MURILLO, Jennylee

2010 «Yupana digital». Fecha de consulta: 08/02/2011.
<<http://es.scribd.com/doc/36501843/Yupana-Digital>>.

PISCITELLI, Alejandro

2005 *Internet, la imprenta del siglo XXI*. Barcelona: Gedisa.

PUIG, Luis y CERDÁN, Fernando

1988 *Problemas aritméticos escolares*. Madrid: Síntesis.
Fecha de consulta: 08/10/2010. <<http://www.uv.es/puigl/lpae3.pdf>>.

QUIROZ, María Teresa

2008 *La edad de la pantalla. Tecnologías interactivas y jóvenes peruanos*. Lima:
Universidad de Lima, Fondo Editorial.

SHANKER, Stuart

2010 «Self-regulation: calm, alert and learning». Education Canada, vol. 50. Fecha
de consulta: 22 /08/2010. <<http://www.cea-ace.ca/education-canada/article/self-regulation-calm-alert-and-learning>>.

SUSI, Tarja; JOHANNESON, Mikael y BACKLUND, Per

2007 «Serious games-an overview». University of Skövde, Suecia.
Fecha de consulta: 10/02/2011.
<http://74.125.155.132/scholar?q=cache:ttMLMX_9wRUJ:scholar.google.com/+serious+games&hl=es&as_sdt=2000>.

TEJEIRO, Ricardo y PELEGRINA, Manuel

2008 *La psicología de los videojuegos. Un modelo de investigación*. Málaga:
Ediciones Aljibe.

TORRES, Isabel

2009 «Proyecto interdisciplinario la yupana para aprender matemática en el marco de
la enseñanza para la comprensión». Colegio Abraham Lincoln. Fecha de
consulta: 21 /02/2010.

<http://cibem6.ulagos.cl/ponencias/cibemPresentGimnasio/Presentacion%20de%20la%20conferencia%20puerto%20montt%202009.ppt>>.

VARGAS DE AVELLA, Martha y LÓPEZ DE CASTILLA, Martha
2000 *Materiales educativos. Relato de una experiencia en Bolivia, Ecuador y Perú.*
Bogotá: Convenio Andrés Bello.

ZAGALO, Nelson

2010 «Alfabetización creativa en los videojuegos: comunicación interactiva y alfabetización cinematográfica». En. *Comunicar*, n°35, Andalucía: Grupo Comunicar.