

Videojuego para el repaso de fracciones

“Tséem Took y la princesa de Uxmal Versión 1.1”

Rocío Uicab-Ballote¹, Francisco Madera-Ramírez², Luis Basto-Díaz³

¹Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, México
{uballote, mramirez, [luis.basto](mailto:luis.basto@uady.mx)}@uady.mx

Resumen

Se expone el diseño de un videojuego didáctico conformado de varias actividades, con el propósito de que los estudiantes de primaria, en especial los educandos de sexto grado, refuercen el estudio de la noción de fracción.

Este juego es creado considerando un avatar, cuya acción de movimiento para el usuario es en tercera persona. Los escenarios son creados por herramientas de modelado en 2D, 3D y exportado a un formato que entienda el motor de juegos XNA.

Palabras clave: videojuego didáctico, fracciones, escenario tridimensional.

Abstract

A videogame with several activities for students in the primary level is proposed. Our objective is to help students of the sixth year in the learning of the math fractions. The videogame is supported by a didactic analysis.

The videogame includes an avatar who is manipulated by the user in the third person view. Virtual scene considers different types of 2D and 3D objects and it was developed using the XNA game engine.

Keywords: educational video game, fractions, three-dimensional scene.

1. Introducción

El avance tecnológico como medio didáctico ha influido para ofrecer diferentes representaciones de los objetos matemáticos y en la actualidad los videojuegos han generado un interés creciente entre los investigadores

afines al campo de la educación, aprovechando que estos recursos representan hoy, la principal actividad de entretenimiento entre el alumnado. Asimismo, estudios reportan que la tecnología puede impulsar cambios en lo que aprenden los estudiantes, debido a que ellos experimentan, aprenden de sus errores y adquieren experiencia [1], [2] y [3]. Utilizando la capacidad de la computadora para permitir simulaciones, enlaces dinámicos e interactividad, el estudiante puede alcanzar un dominio de conceptos complejos [4], por lo que, las posibilidades educativas, van desde la motivación hasta el desarrollo de procedimientos tales como la adquisición de habilidades, la resolución de problemas y la toma de decisiones [5] y [6].

En el presente trabajo, se presenta el prototipo de un videojuego educativo como recurso didáctico para el repaso de fracciones, en sexto grado de primaria. Este videojuego tridimensional, consta de nueve retos, en los cuales se transita de manera lúdica, entre distintas representaciones del concepto fracción.

2. Marco de referencia

El estudio de las fracciones en México, inicia en la educación básica (8-9 años) cuando se ha adquirido experiencia con los números enteros naturales. En este nuevo sistema numérico de números racionales, los escolares tienen que enfrentarse a muchas rupturas; por ejemplo, el 8 de la fracción $\frac{1}{8}$ no significa las ocho unidades que se pueden contar cuando se trabaja con los números naturales. Este 8 en el nuevo sistema numérico significa el número de particiones y esta transición de significado, no es fácil para un escolar de primaria básica, cuya experiencia aditiva, numérica y cuantitativa previa, está asociada a números enteros naturales. Asimismo, cuando los estudiantes descubren que $(\frac{1}{2}) + (\frac{3}{5})$ no es $\frac{4}{7}$ y que $\frac{1}{2}$ no es menor que $\frac{1}{3}$, es como si las operaciones aritméticas con fracciones

quebrantarán todos los algoritmos aprendidos para los números naturales y tuvieran que aprender una nueva matemática [7].

Se opina que la enseñanza de este tema debe involucrar al estudiante en un sinnúmero de experiencias que le ayuden a construir el concepto de fracción y otras que le permitan tener un cúmulo de prácticas [8], [9]. En el presente trabajo se ha considerado que este cúmulo de prácticas y experiencias puedan ser promovidas en un ambiente interactivo (a través de la tecnología), mediante el diseño de un videojuego.

Al diseñar un videojuego es importante considerar el contexto, la participación activa y constructiva del usuario, el contenido y la estructura. Asimismo, el diseño de una educación efectiva en videojuegos debe considerar lo motivacional y educacional, por lo cual, los diseñadores deben hacer la relación apropiada para obtener los mejores resultados en el aprendizaje de los estudiantes. Este diseño lo deben hacer educadores y profesionales de cómputo con objetivos bien definidos [10].

Por lo cual, tomando en consideración lo expresado, a continuación se describen los aspectos que fundamentan el diseño del videojuego propuesto en este trabajo.

2.1. Las fracciones y sus significados

Existen varios significados para el término “fracción” lo cual genera confusión en los estudiantes; ya que por lo general, se pretende dar una “definición” inicial de este objeto matemático, pero la elección luego no tiene la fuerza para satisfacer todos los significados que el término asumirá en diferentes situaciones [11]. Algunos de los principales significados que la palabra “fracción” puede asumir en matemática, y por lo tanto en el proceso de enseñanza y aprendizaje, son:

- *La fracción como parte de una unidad todo, a veces continua y a veces discreta.* Si se considera la fracción como una relación parte-todo, hay una gran diferencia dependiendo de si el “todo” (la unidad) está constituido por algo continuo o si está constituido por un conjunto discreto.
- *La fracción como cociente.* La escritura a/b fue propuesta precediendo a la relación parte-todo. Pero es posible ver la fracción a/b como una división no necesariamente efectuada sino simplemente indicada: $a \div b$; en este caso, la interpretación más intuitiva no es la parte-todo, sino la siguiente: tenemos a objetos y los dividimos en b partes; por ejemplo $3/5$ puede indicar 3 objetos para distribuir entre 5 personas.
- *La fracción como relación o razón.* A veces la fracción a/b se usa explícitamente para indicar la relación entre a y b y entonces se escribe $a:b$. Así, si tenemos un segmento AB de 20 cm de largo y

uno CD de 25 cm, el primero son los $4/5$ del segundo, lo que puede escribirse $AB=(4/5)CD$ o bien $AB:CD = 4:5$. La escritura $4:5$ indica la relación entre las longitudes de los segmentos.

- *La fracción en probabilidad.* Si queremos calcular la probabilidad de que al lanzar dos dados, la suma de las caras sea múltiplo de 4; los casos posibles son 36 y los eventos favorables son 9 (suma igual a 4 –tres casos–; suma igual a 8 –cinco casos–; suma igual a 12 –un caso–). Entonces, la probabilidad de dicho evento se puede expresar como $9/36$, es decir, el número de casos favorables al evento, con respecto al número de casos posibles.

Si a estos diferentes significados que enfrenta el escolar se añade el tipo de instrucción centrado principalmente en los algoritmos para realizar diferentes operaciones aritméticas, el proceso enseñanza-aprendizaje se vuelve más complejo.

Resultados de investigaciones, hacen notar algunas consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en la enseñanza y aprendizaje de las fracciones:

- El conocimiento didáctico de los números racionales es más accesible cuando se aprecia a la fracción como razón, entendida como relación parte a parte, o como proporción [12]. La investigación en educación matemática ha reconocido al concepto de fracción como la llave para el desarrollo del pensamiento proporcional y, por lo tanto, necesario para el desarrollo de muchas competencias propias de la educación secundaria y media superior [13].
- Un número racional a/b , $b \neq 0$, tiene muchas interpretaciones, lo que determina como objetivo de enseñanza que los alumnos lleguen a dotar de significado a las diferentes interpretaciones, pero también establecer relaciones entre ellas [14].
- El significado de cociente es idóneo de ser asignado a la fracción, en situaciones concretas de reparto, ya que permite el establecimiento de ambientes familiares para los niños, generando la incorporación de algunas experiencias cotidianas [15]. Sin embargo, el uso cotidiano que se da a las fracciones realmente es muy poco, los términos un medio, un tercio, un cuarto y tres cuartos son más usuales; dos tercios, un quinto, un octavo, se utilizan menos [8].

La enseñanza y el aprendizaje de la fracción sigue siendo un gran desafío para los profesores y estudiantes; dando lugar inclusive a cuestionamientos acerca si el estudio formal de las fracciones debería tener lugar en los primeros años de primaria, o ser postergado para el final de ese nivel educativo, cuando los estudiantes posean un pensamiento más abstracto, requerido para

abordar la complejidad de las mismas [16]. Sin embargo, el tema de fracciones aún forma parte del sistema escolar básico en México [17] y desde el segundo grado se empieza a enseñar la repartición de objetos discretos (de modo intuitivo), y en tercer grado ya se presenta la división de fracciones (mediante objetos concretos); por ello, mientras las fracciones sigan siendo parte del currículo de la Educación Básica se hace necesario buscar alternativas didácticas que permitan contribuir en el proceso enseñanza aprendizaje de esta temática.

2.2. Los videojuegos

Actualmente la educación se ve inmersa en la integración de los recursos tecnológicos a las prácticas pedagógicas. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), favorecen la formación continua del educando al ofrecer herramientas que permiten la aparición de entornos virtuales de aprendizaje [18]. Es importante considerar el uso de las TIC como una vía de desarrollo de habilidades y destrezas que mejoren los procesos de enseñanza aprendizaje y por ende, los progresos escolares de los educandos.

El sector educativo recibe cierto grado de presión por la necesidad de adaptación para llenar las expectativas sociales de la tendencia tecnológica y uno de los aspectos más sensibles en nuestro tiempo es el desarrollo, expansión y extensión de un nuevo tipo de pedagogía y didáctica matemática [19]. Sobre esta base han emergido corrientes o líneas de investigación dentro de la educación matemática que hacen énfasis en el uso, la experimentación y evaluación de nuevas tecnologías como herramientas educacionales; y los investigadores alineados a esta idea, han estado produciendo resultados preliminares de las implicaciones cognitivas, afectivas, psicomotrices y emocionales derivadas de la introducción de nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática [20] y [21]. Hoy en día, existen también comunidades de investigación dedicadas a estudiar el desarrollo de habilidades de pensamiento matemático mediante la lúdica digital y los juegos electrónicos [22]. Por lo que, para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, el desarrollo de los videojuegos puede ofrecer grandes oportunidades en el campo de la comprensión, el desarrollo y aplicación de dicha ciencia. Incluso otras áreas de las ciencias de la computación como lo es la Inteligencia Artificial se están incorporando a los programas de videojuegos para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas [23].

3. Metodología

El diseño del videojuego considera las siguientes características:

- La acción en tercera persona. Las acciones básicas consisten en mover al personaje, lo cual permiten al usuario una identificación con éste.
- El estímulo a la agilidad mental. El jugador tiene que pensar y desarrollar una habilidad mental ya que el objetivo es resolver actividades que involucran diferentes significados de las fracciones para avanzar al siguiente reto.
- El usuario como parte de una aventura. El jugador representando al protagonista, debe hacer un recorrido o una travesía venciendo ciertos obstáculos.

En cuanto al diseño de cada una de las pantallas o escenarios, estos consistieron de tres partes fundamentales:

- La parte superior de la interfaz, la parte principal cuya posición está en el centro de la pantalla y la parte inferior de interfaz.
- Las pantallas son siempre visibles a los usuarios, no se usan ventanas pop-up o cambios de pantalla, a menos que se cambie a otro escenario.

Cuando el tipo de diseño de pantalla se usa, toda la información está visible para el usuario, de tal manera que puede interactuar con los diferentes objetos visuales y al mismo tiempo mantener la visión de todo lo que vaya ocurriendo durante el juego [24].

¿Cómo empieza a desarrollarse el videojuego? Tratando de proporcionar un contexto propio de la región de los educandos del Estado Yucatán, se tomó como punto de partida Chichén Itzá, como escenario en donde se desarrollaría la historia de los personajes de la aventura; la cual está basada y adaptada de la siguiente leyenda:

“Cuenta la leyenda que Tséem Took, quien profesaba la medicina, se enamoró de X koh Mukúuy. El rey Kay le indicó a Tséem Took que para poder otorgar la mano de X koh Mukúuy le hiciera a ella un presente que llamara la atención de todos los cortesanos. Entonces Tséem Took, parte en busca de dicho presente” [25].

Se creó al personaje Tséem Took (avatar) y se diseñaron 9 actividades, las cuales fueron desarrolladas usando librerías y herramientas de software libre para evitar problemas de actualización con las versiones que vayan apareciendo. De acuerdo con un análisis comparativo de 6 motores de juegos [26]; se determinó que los más apropiados para el videojuego eran el Ogre 3D y el XNA. El contenido del juego es generado por herramientas de modelado en 2D, 3D y exportado a un formato que entienda el XNA, que en este caso son archivos X (Direct 3D) y FBX (Autodesk). El videojuego utiliza objetos representados por archivos,

les aplica la textura definida, los pone en memoria y los despliega en el lugar especificado.

Las actividades siguen un orden determinado y cada una de ellas deberá culminarse para avanzar a la siguiente. El orden se presenta en la Tabla 1.

Actividades		
1. El juego de pelota.	4. Llenado de haltunes.	7. El cuadrado mágico.
2. El Templo de las Columnas.	5. La edad del venado.	8. El collar de jade.
3. Lirios acuáticos.	6. Recogiendo frutos.	9. La pirámide de Kukulkán.

Tabla 1. Orden de las actividades del videojuego.

Algunas de las actividades tienen contenidos comunes pero están presentadas en diferentes situaciones, permitiendo reforzar en los estudiantes los significados de las fracciones. Los aspectos comunes permiten agruparlas en categorías de contenido; a continuación se describen las actividades agrupadas por categorías como se presentan en la Tabla 2.

Categorías	Actividades
Lenguaje matemático y representación de conjuntos discretos y continuos	<ul style="list-style-type: none"> • El juego de pelota • Lirios acuáticos • Recogiendo frutos
Fracciones equivalentes	<ul style="list-style-type: none"> • La pirámide de Kukulkán
Operaciones con fracciones	<ul style="list-style-type: none"> • El cuadrado mágico
Relación entre número decimal y fracción	<ul style="list-style-type: none"> • El Templo de las Columnas • Llenado de haltunes
Proporciones	<ul style="list-style-type: none"> • La edad del venado • El collar de jade

Tabla 2. Clasificación de las actividades por categorías de contenido.

3.1. Lenguaje matemático y representación de conjuntos discretos y continuos

La intención, al diseñar estas actividades del videojuego es que el estudiante transite en diferentes conjuntos, principalmente en conjuntos discretos; y en el caso de conjuntos continuos aquellos no tan comunes, como los líquidos (una de las actividades involucra el elemento agua). Las actividades también conducen al estudiante a fortalecer su lenguaje matemático a través de las representaciones simbólicas bajo la concepción de fracción como parte-todo. A continuación se describen las actividades propias de esta categoría.

3.1.1. El juego de pelota

En esta actividad el avatar se encuentra en el campo del juego de pelota y debe encestar la pelota en el anillo hasta formar un entero. El marcador indica el registro de pelotas encestandas lo que permite visualizar la cantidad fraccionaria:

$$\frac{\text{Pelotas encestandas}}{\text{Total de pelotas solicitadas}}$$

Esta expresión permite apreciar la acepción de fracción como parte-todo; dicha acepción también expresa probabilidad (aunque no se hace explícito en la actividad). Una cualidad de esta actividad es que no se presenta de forma visible el conjunto total de objetos, es decir, el total de pelotas; sino a través de la acción (encestar). El conjunto en esta actividad (pelotas encestandas), es discreto (Figura 1).



Figura 1. El juego de pelota. La actividad didáctica consiste, en formar una fracción determinada, con el número de aciertos (encestandas) en relación al número de pelotas solicitadas.

3.1.2. Lirios acuáticos

Esta actividad tiene el mismo objetivo que la Actividad 1, pero la colección de objetos son lirios. En este caso, el avatar nada por el cenote (depósito de agua natural, característico en el Estado de Yucatán) y cruza de un lado a otro; mientras lo hace, recoge a su paso algunos lirios acuáticos de cada grupo de lirios (cada grupo representa el todo) (Figura 2).



Figura 2. Lirios acuáticos. El reto en esta actividad es recoger la fracción de lirios solicitados.

3.1.3. Recogiendo frutos

El propósito de esta actividad consiste en presentar un conjunto de árboles frutales y recolectar una cantidad determinada de frutos (Figura 3).

El avatar, con un *tirahule* (en otros lugares llamado resortera), apunta y tira la cantidad de frutos que debe recolectar según las instrucciones proporcionadas.

3.2. Fracciones equivalentes

Una vez que los estudiantes tienen un referente del concepto fracción; la comparación de fracciones y las fracciones equivalentes son los siguientes conceptos que se abordan en la enseñanza de las fracciones. Esto es importante debido a que preparan al estudiante a realizar operaciones de fracciones con diferentes denominadores.



Figura 3. Recogiendo frutos. En esta actividad se recolecta la cantidad de frutos según la fracción solicitada (conjuntos discretos).

3.2.1. La pirámide de Kukulcán

El objetivo de esta actividad es que el jugador identifique fracciones equivalentes. A través del avatar debe llegar a la cúspide del castillo o pirámide de Kukulcán; pero en su subida debe seleccionar de los bloques que van cayendo, aquellos bloques que representan a la fracción equivalente para reconstruir los escalones de la pirámide y poder subir hasta llegar a la cúspide para encontrarse con la princesa y entregarle sus obsequios (Figura 4).



Figura 4. La pirámide de Kukulcán. Es el reto final, al llegar a la cima Tséem Took se encontrará con la princesa.

3.3. Operaciones con fracciones

Se pretende con estas actividades que los estudiantes doten de significado al algoritmo de la suma de fracciones con mismo denominador, en un primer caso apoyándose de la representación gráfica y en un segundo caso sin ese apoyo.

3.3.1. El cuadrado mágico

El príncipe Tséem Took llega al observatorio y debe resolver un cuadrado mágico, la suma de los números en diagonal, vertical u horizontal deben dar la misma cantidad. La actividad representa suma de fracciones con mismo denominador.

3.4. Relación entre número decimal y fracción

La notación decimal es de importancia debido a que hay información numérica que se expresa en decimales. Además los números decimales son un puente entre los números racionales y los números reales.

3.4.1. El templo de las columnas

En esta actividad el avatar debe completar algunas columnas derruidas, relacionando números decimales y cantidades enteras. Por ejemplo se presenta 0.3 de columna y la instrucción le indica formar una columna que represente 2 enteros (Figura 5).



Figura 5. El Templo de las Columnas. Es una actividad preliminar que antecede a la actividad *Llenado de haltunes* e involucra cantidades decimales.

3.4.2. Llenado de haltunes

Esta actividad presenta un ejemplo de conjuntos continuos (líquidos) y la relación entre números decimales y fracciones (Figura 6).



Figura 6. Llenado de haltunes. Se recoge agua del cenote para vaciar en los haltunes.

El avatar proporciona agua al venado; recogiéndola del cenote, en su *chuj* (su cantimplora, con capacidad en ml) y depositándola a unos *haltunes* (recipientes de piedra para almacenar agua). La instrucción solicita llenar sólo una parte a/b del haltún grande; por ejemplo, $2/4$, $1/2$, etc., solicitudes en fracciones propias, para que no rebose el haltún.

3.5. Proporciones

Considerar las cantidades en relación unas con otras, está vinculado con la noción de proporcionalidad. La comprensión de esta noción y en consecuencia el éxito en la resolución de problemas de proporcionalidad está ligada al concepto de razón y la comparación entre relaciones. Incluir este tipo de actividades en el videojuego atiende a, que en virtud de que el aprendizaje de la noción de proporción no es simple, se requiere que el alumno se enfrente a una gama de situaciones diferentes en complejidad numérica y en la comparación de las cantidades relacionadas, para que vaya reforzando el significado de esta noción.

3.5.1. La edad del venado

El jugador en esta actividad debe encontrar el término de una proporción. Se le plantea una situación problema que relaciona la edad de un venado con el número de puntas de sus cuernos, a saber, “si 10 puntas equivalen a 15 años de edad de un venado, ¿qué edad tiene este venado de 12 cuernos?” (Figura 7).



Figura 7. La edad del venado. Para calcular la edad de venado se requiere plantear una proporción.

3.5.2. El collar de jade

La actividad presenta otra situación problema de proporción, se trata de un collar incompleto y un conjunto de piedras de jade. El reto consiste en que el príncipe Tséem Took debe completar el collar para obsequiar a la princesa. Un ejemplo de esta situación problema es: “El collar sólo tiene 10 piezas de jade, que corresponde a $5/7$ de su totalidad; y debe ser completado”. La solución al problema es que el jugador escoja 4 piezas del conjunto de piedras de jade.

4. Resultados de la exploración

Se realizó un análisis de la funcionalidad del videojuego tomando en cuenta:

- El diseño didáctico
- La usabilidad e interfaz del usuario

El tipo de estudio realizado en la aplicación del videojuego es de corte cualitativo, con un análisis de corte descriptivo, basado en la observación de las acciones que los niños participantes realizaron, así como en el registro de la comunicación de ideas, dudas y planteamientos durante el desarrollo del juego.

Para la valoración o prueba funcional del videojuego, 8 niños, quienes cursaban el sexto grado de primaria, interactuaron con él.

Referente a lo observado, no se pretende generalizar sobre los resultados, sino con base en ello, proporcionar elementos que permitan la valoración del videojuego en cuanto a su diseño y funcionalidad para potenciar su uso en un rediseño.



Figura 8. Estudiantes de sexto grado de primaria interactuando con el videojuego.

A continuación se describen los aspectos que se observaron.

4.1. Análisis del diseño didáctico

En virtud de que la propuesta del videojuego se plantea como recurso didáctico para el repaso de fracciones; para el análisis del diseño didáctico se consideró identificar: la familiarización de los estudiantes con los diferentes significados de las fracciones y la complejidad o factibilidad de las actividades (en cuanto a la exigencia cognitiva que demanda del estudiante). Tener información sobre estos aspectos proporciona referentes de los significados de las fracciones que se privilegian en el ámbito escolar, de tal forma que en el diseño didáctico y lúdico de una versión posterior del videojuego se puedan tomar en cuenta nuevas variantes a incluir en las actividades, así como realizar una clasificación de niveles cognitivos que estimulen el refuerzo de esta temática, en un marco de entretenimiento.

- Las *Actividades 1, 3, 6, 7 y 9 (el juego de pelota, lirios acuáticos, recogiendo frutos, la pirámide de Kukulkán y el cuadrado mágico)* fueron las que resultaron fáciles para los estudiantes. Las actividades 1, 3 y 6 hacen referencia a la acepción de fracción como parte-todo en conjuntos discretos. El *todo* era la condición proporcionada (instrucciones en el juego) y la *parte*, la acción que debía realizar el estudiante. La instrucción era brindada incluyendo la expresión simbólica de fracción (por ejemplo, recoger $3/6$ de lirios rojos, encestar $4/5$ pelotas) y la acción era ejecutada basándose en un referente gráfico (por ejemplo, seleccionar la cantidad de lirios correspondientes, tomados del conjunto de lirios de diferentes colores, o seleccionar el número de pelotas a encestar). Se aprecia que la acepción parte-todo es el referente principal que tienen los estudiantes en el estudio de las fracciones.

La actividad 7 consistió en reforzar la suma de fracciones con mismo denominador, en específico, sumar para obtener la unidad. Respecto a la actividad 9, que también resultó fácil para los estudiantes, corresponde a fracciones equivalentes. Se manifiesta que después de estudiar el significado de la fracción como parte-todo, los estudiantes exploran las fracciones equivalentes y la suma y resta de fracciones con mismo denominador, y es este conjunto de prácticas que se tiene principalmente en el estudio de fracciones en primaria, lo cual permite a los educandos tener un dominio de ellas.

- La *Actividad 2 (el templo de las columnas)* tampoco generó dificultad porque se trataba de hacer conversiones de decimales a cantidades enteras. Esta actividad en cierto modo preparaba al estudiante para la actividad 4.

- La *Actividad 4 (llenado de haltunes)*; generó dificultad para comprender lo que se debía hacer. Esta actividad presenta como parte central la conversión de decimales a fracciones, pero tiene

inmerso otros aspectos tales como que el conjunto es continuo (agua) y además la conversión de litros a mililitros. Una instrucción, por ejemplo, consistía en llenar el recipiente mayor de capacidad 1 litro, con cuarto litro de agua, usando para el llenado recipientes a escoger: entre ellos por ejemplo, 500ml, 100ml, 300ml, 10ml, y realizando las vueltas necesarias para recolectar el agua del cenote y vaciarlo en el recipiente de 1 litro, en el cual el venado (en el marco del videojuego) tomaría agua. La principal dificultad por parte de los estudiantes residía en la conversión de litros a mililitros. También hubo desconocimiento del término *haltún* que tuvo que ser explicado para que pudieran proseguir con la resolución del videojuego. En una versión futura del videojuego se considera la inclusión de otras actividades en situaciones variadas, que promuevan este contenido y contribuir en el reforzamiento de conversión de decimales a fracciones y viceversa.

- Las *Actividades 5 y 8 (la edad del venado y el collar de jade)* resultaron difíciles para resolver por parte de los estudiantes. No pudieron resolverlas solos, requirieron mucho apoyo del instructor. La dificultad radicaba principalmente en la noción de proporcionalidad y la noción de fracción como razón; que a diferencia de la noción parte-todo en la que se compara el mismo tipo de objetos (por ejemplo $1/3$ de lirios); bajo la noción de razón o relación se comparan entre sí objetos diferentes, por ejemplo (en la actividad *la edad del venado*): cantidad de puntas de los cuernos del venado y edad del venado (10 puntas/ 15 años). Se asume que en la medida que los estudiantes interactúen repetidas veces con el videojuego se estimule este significado de la fracción como razón. También se considera la inclusión de otras actividades afines, que refuercen la noción de proporcionalidad y la noción de fracción como razón.

4.2. Análisis de usabilidad y la interfaz del usuario

- Uno de los objetivos principales de los sistemas interactivos como lo son los videojuegos es el tiempo de aprendizaje de sus diferentes escenarios por parte del usuario. En el videojuego diseñado, los estudiantes reconocieron los diferentes escenarios en los que transitaba el avatar en un tiempo relativamente corto.

- Durante la navegación en los diferentes escenarios, (una de las tareas más comunes en ambientes 3D), se observó que los estudiantes no tuvieron dificultad para desplazar al avatar por medio de las flechas del teclado y dirigirlo a diferentes trayectorias. El avatar por sí mismo es usado como el cursor del ratón

(mouse) para especificar una posición en la que se desee mover el avatar, esto ayudó a que los estudiantes pudieran apreciar que el avatar camina o corre de un punto del escenario a otro, como si ellos mismos estuvieran caminando o corriendo de un punto a otro.

- El uso de la física mostró en la animación, un videojuego más cercano a la realidad de los usuarios, en cuanto a sus efectos, por ejemplo, las colisiones entre el avatar y los diferentes objetos que se presentan en los escenarios (árboles, piedras, edificios).
- El avatar está diseñado en tercera persona, el cual tiene asociado una cámara que enfoca hacia su espalda, de tal forma que al mover el avatar se mueve la cámara también. Los estudiantes deseaban rotar al avatar para apreciar su rostro, lo cual no era posible por el tipo de diseño realizado. En versiones futuras puede mejorarse este efecto. De igual manera, los estudiantes sugirieron un avatar mejor caracterizado como príncipe maya, el cual se puede obtener con un rediseño gráfico.

5. Conclusiones y consideraciones finales

El diseño de actividades lúdicas con intenciones didácticas, requiere referentes conceptuales del objeto de estudio. Se puede concluir que un videojuego estructurado didácticamente puede permitir a los estudiantes reforzar la noción de fracción. Una cualidad valiosa de este tipo de recursos lúdicos es, que la actividad de aprender es motivada por la acción de jugar.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, así como las observaciones y reflexiones de los autores del videojuego se pretende realizar una siguiente versión; destacando las bondades que brinda la Versión 1.1 al estudiante, y adecuando aquellas que lo requieran, de tal forma que la reestructuración permita considerar otras cualidades didácticas-cognitivas; realizar un rediseño de los diferentes escenarios que permita mejorar el diseño gráfico e incluir nuevos elementos dinámicos.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) por las facilidades brindadas durante el desarrollo de este proyecto.

Referencias

- [1] A. Bernat, Los videojuegos, acceso directo a las nuevas tecnologías. Revista Comunicación y Pedagogía, Núm. 216, (2006), pp. 1-13
- [2] B. García, Videojuegos: medio de ocio, cultura popular y recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares. Tesis de doctorado no publicada, (2009), Universidad Autónoma de Madrid, España.
- [3] B. Gros, Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje. Comunicación, Vol.7, Núm. 1, (2009), pp. 251-264
- [4] Eduteka, Los manipulables en la enseñanza de las matemáticas, (2003). Disponible en <http://www.eduteka.org/Manipulables.php>.
- [5] B. Gros y Grupo F9, Los videojuegos. Mucho más que un entretenimiento. Comunicación y Pedagogía. Núm. 172, (2001), pp. 37-44
- [6] B. Gros, Pantallas, juegos y educación: La alfabetización digital en la escuela. Desclée de Brouwer, S.A., Bilbao, 2004
- [7] L. Zapata, Cómo abordar la multiplicación y la división de fracciones. ETHOS EDUCATIVO, Núm. 45, (2009), Mayo-Agosto.
- [8] D. Garduño, Una propuesta para el aprendizaje de las fracciones. Correo del Maestro Núm 73, (2002)
- [9] P. Perera y M. Valdemoros, Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones en cuarto grado de educación primaria. En Investigación en educación matemática (M. Camacho, P. Flores, M. Bolea, Eds.), (2007), pp. 209-218. San Cristóbal de la Laguna, Tenerife.
- [10] M. Kordaki, A computer card game for the learning of basic aspects of the binary system in primary education: Design and pilot evaluation. Journal of Education and Information Technologies Vol. 16, Núm. 4, (2011), pp. 395-421
- [11] M. Fandiño, Las fracciones. Aspectos conceptuales y didácticos. Cooperativa Editorial Magisterio, (2009)
- [12] A. Moreno y P. Flores, Conocimiento profesional del profesor de matemáticas. Un acercamiento desde los números racionales. SAEM THALES, (2000)
- [13] E. Cardoso, J. Cortina, L. y Pérez, El conocimiento cuantitativo sobre fracciones en los estudiantes de 6º grado de primaria. X Congreso Nacional de Investigación Educativa, (2009)
- [14] A. Meza y A. Barrios, Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones. 11º Encuentro

Colombiano Matemática Educativa, (2010), Bogotá, Colombia

- [15] M. Valdemoros, Lenguaje, fracciones y reparto. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Vol. 7, Núm. 3, (2004), pp. 235-256
- [16] T. Watanabe, Initial Treatment of Fractions in Japanese Textbooks. FOCUS On Learning Problems in Mathematics Vol. 29, Núm. 2, (2007), pp. 41-60
- [17] Reforma Integral de la Educación Básica, (2009). Disponible en <http://basica.sep.gob.mx/reformaintegral/sitio/>.
- [18] R. Martín, Las nuevas tecnologías en la educación. Cuadernos/Sociedad de la Información, Fundación AUNA, 2005
- [19] C. Orozco-Moret, y M. Labrador, La tecnología digital en educación: implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. Theoria, Vol.15, Núm. 2, (2006), pp. 81-89
- [20] M. Kellogg y G. Kersaint, Creating a vision for the standards using online videos in an elementary mathematics methods course. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education Vol. 4, Núm. 1, 2004
- [21] S. Senk y D. Thompson, Standards-Based School Mathematics Curricula Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahwah, New Jersey, 2003
- [22] M. De Guzmán, Enseñanza de las ciencias y la matemática. Revista Iberoamericana de Educación, enero-abril, (2007), pp.19-58
- [23] B. McLaren, S. Sosnovsky, V. Alevén. Preface - Emerging Technologies and Landmark Systems for Learning Mathematics and Science: Dedicated to the Memory of Erica Melis - Part I. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 24, Num. 3, (2014), pp. 211-215
- [23] H. Wenjun y B. Xiudong, HCI in real-time strategy games: a study of principals and guidelines for designing 3D user interface. 7th International conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design, (2006)
- [24] C. Máas, Leyendas yucatecas. Editorial de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, 2000
- [25] F. Madera, Herramientas de programación gráfica para desarrollo de videojuegos. Primer Congreso Nacional de Computación e Informática UNACAR. (2009), México

Dirección de Contacto de los Autores:

Rocío Uicab Ballote

Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615
Colonia Chuburná Hidalgo
Mérida
México
e-mail: uballote@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Francisco Madera Ramírez

Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615
Colonia Chuburná Hidalgo
Mérida
México
e-mail: mramirez@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Luis Basto Díaz

Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615
Colonia Chuburná Hidalgo
Mérida
México
e-mail: luis.basto@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Rocío Uicab Ballote es Maestra en Ciencias en Matemática Educativa, profesora de cursos de matemáticas y didáctica. Desarrolla una línea de investigación denominada *Estrategias de Innovación y Ambientes de Aprendizaje*.

Francisco Madera-Ramírez es Doctor en Ciencias de la Computación, profesor de cursos de Gráficas Computacionales. Investiga algoritmos de Gráficas y Geometría Computacional.

Luis Basto Díaz es Maestro en Ciencias en Tecnología Informática, profesor de cursos de programación, y desarrollo de aplicaciones Web en el área de Ciencias Computacionales.
